



TESIS - TE142599

# DESAIN GAME PENGUKURAN KOMPETENSI MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN RASCH MODEL

REMY GIOVANNY MANGOWAL  
07111650050008

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.  
Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM PENGATURAN  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA





TESIS - TE142599

**DESAIN GAME PENGUKURAN KOMPETENSI  
MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN RASCH  
MODEL**

REMY GIOVANNY MANGOWAL  
07111650050008

DOSEN PEMBIMBING  
PROF. DR. IR. MAURIDHI HERY PURNOMO, M.ENG.  
DR. EKO MULYANTO YUNIARNO, ST., MT.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK SISTEM PENGATURAN  
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018



## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (M.T.)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

Remy Giovanny Mangowal  
NRP. 07111650050008

Tanggal Ujian : 26 Juni 2018  
Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1. Prof. Dr. Ir. Matriidhi Hery Purnomo, M.Eng. (Pembimbing I)  
NIP: 195809161986011001

2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. (Pembimbing II)  
NIP: 196806011995121009

3. Dr. I Ketut Eddy Purnama, S.T., M.T. (Penguji)  
NIP: 196907301995121001

4. Dr. Adhi Dharma Wibawa, S.T., M.T. (Penguji)  
NIP: 197605052008121003

5. Dr. Surya Sumpeno, S.T., M.Sc. (Penguji)  
NIP: 196906131997021003

Dekan Fakultas Teknologi Elektro



Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T.  
NIP. 197002121995121001

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

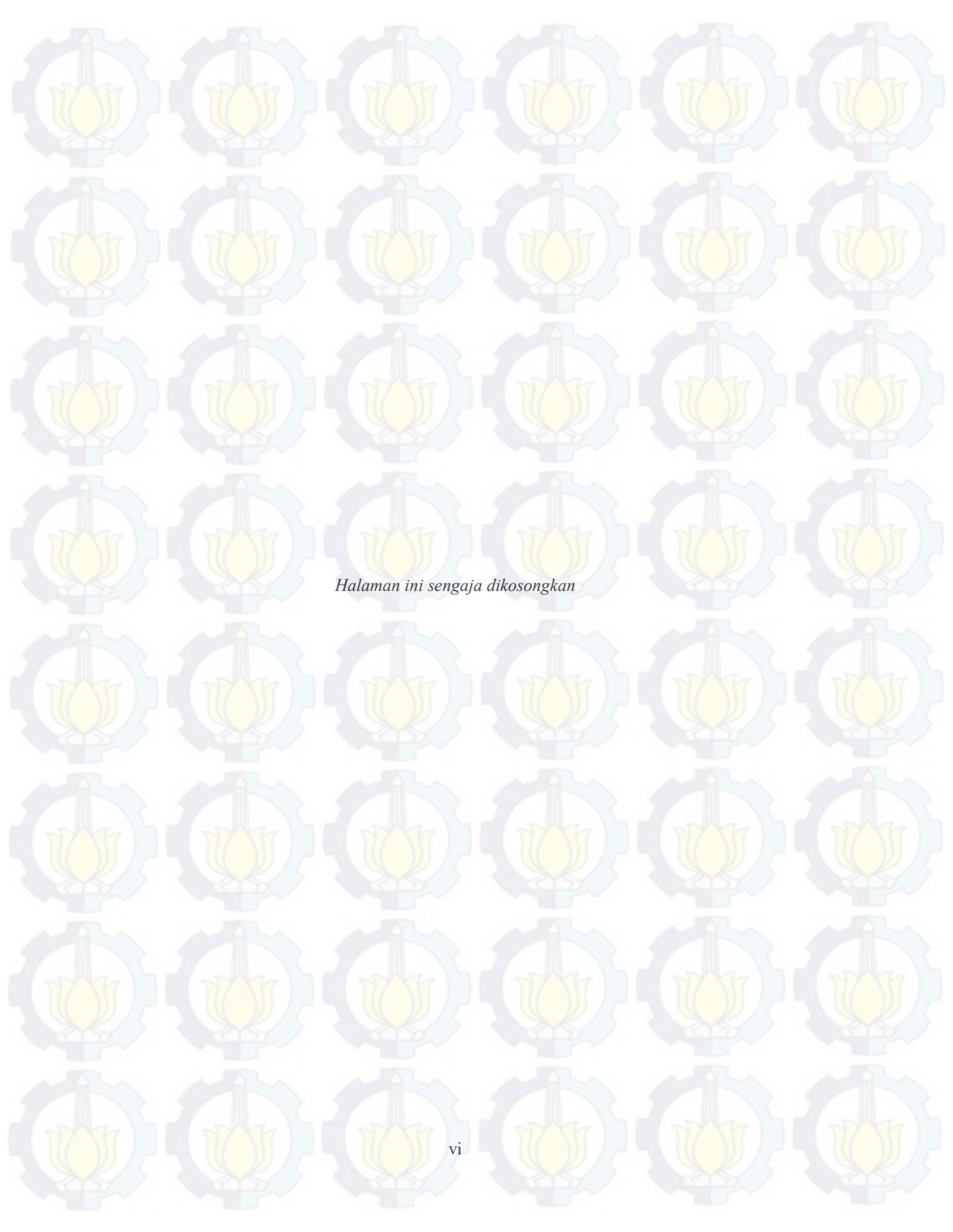
## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tesis saya dengan judul “**DESAIN GAME PENGUKURAN KOMPETENSI MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN RASCH MODEL**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Mei 2018

Remy Giovanny Mangowal  
NRP. 07111650050008



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

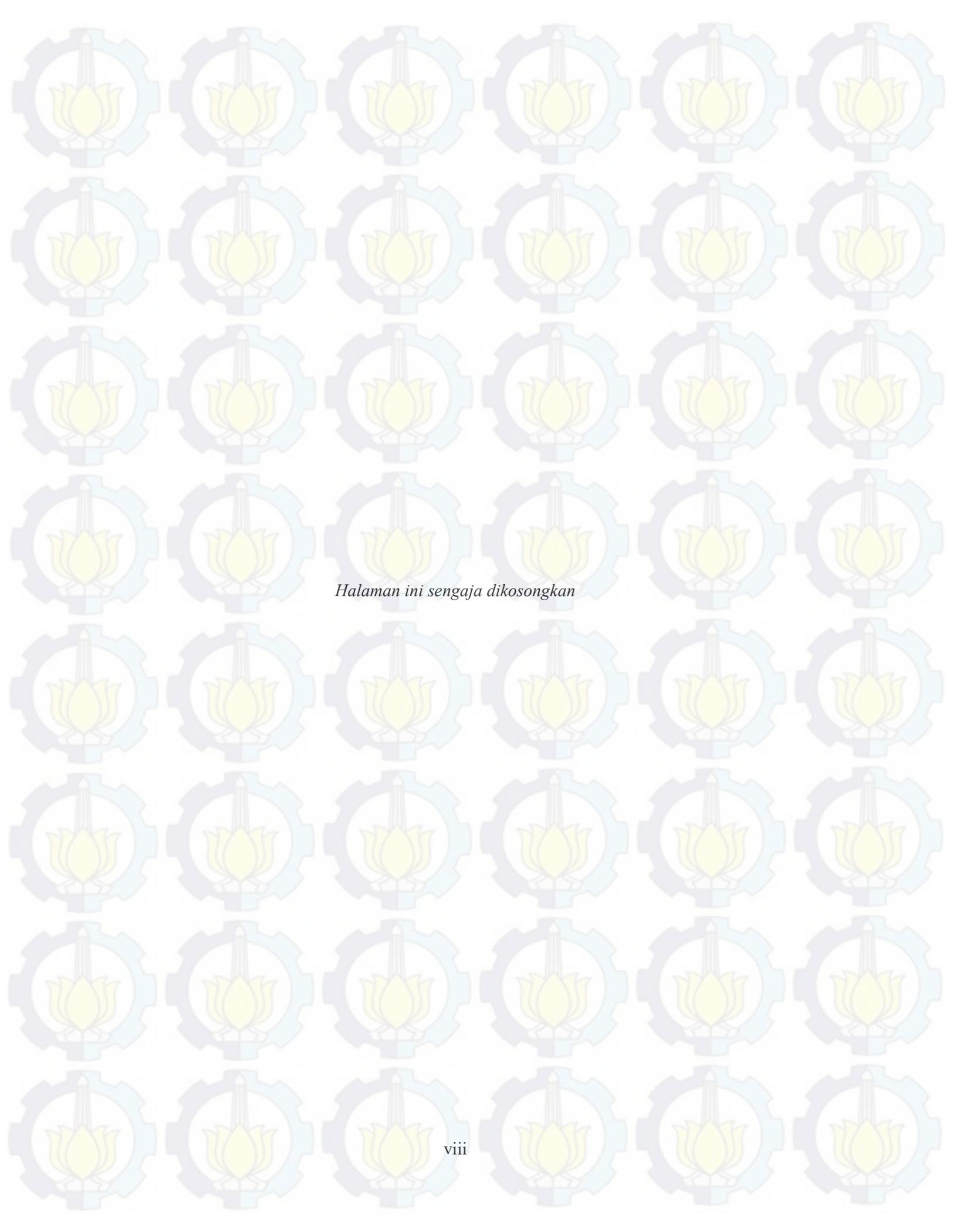
## DESAIN GAME PENGUKURAN KOMPETENSI MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN RASCH MODEL

Nama mahasiswa : Remy Giovanni Mangowal  
NRP : 07111650050008  
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.  
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T.

### ABSTRAK

Pendidikan merupakan salah satu bidang yang menjadi pusat perhatian penelitian. Berbagai kemajuan teknologi digunakan untuk membantu bidang pendidikan. Salah satu kemajuan yang terjadi pada bidang pendidikan adalah teori respons butir. Dengan teori respons butir Rasch Model, penelitian ini menggagaskan sebuah metode untuk mendapatkan estimasi kemampuan dan penguasaan kompetensi siswa. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan permainan kuis. Hasil dari metode tersebut terbukti mampu menyelidiki kompetensi siswa dengan lebih seksama sehingga jawaban *guessing* dapat ditemukan. Metode juga berhasil menemukan pokok kekurangan pemahaman kompetensi dari siswa sehingga guru dapat membantu pembelajaran siswa tersebut dengan lebih terfokuskan. Kumpulan soal yang digunakan metode berhasil mencapai angka informasi ujian 7.44 pada tingkat kemampuan (-1.5) hingga 8.5 pada tingkat (1.5) dengan titik puncak pada tingkat kemampuan (0.5) dengan angka informasi ujian 9.86. Diharapkan metode ini dapat membantu para guru yang ingin mengetahui penguasaan kompetensi siswa dengan lebih baik dan membantu guru mengetahui apa yang harus diperkuat dalam mempersiapkan siswa untuk ujian berbasis teori respons butir seperti Ujian Akhir Sekolah Berstandar Nasional.

Kata kunci: game, kompetensi, matematika, rasch model, teori respons butir



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

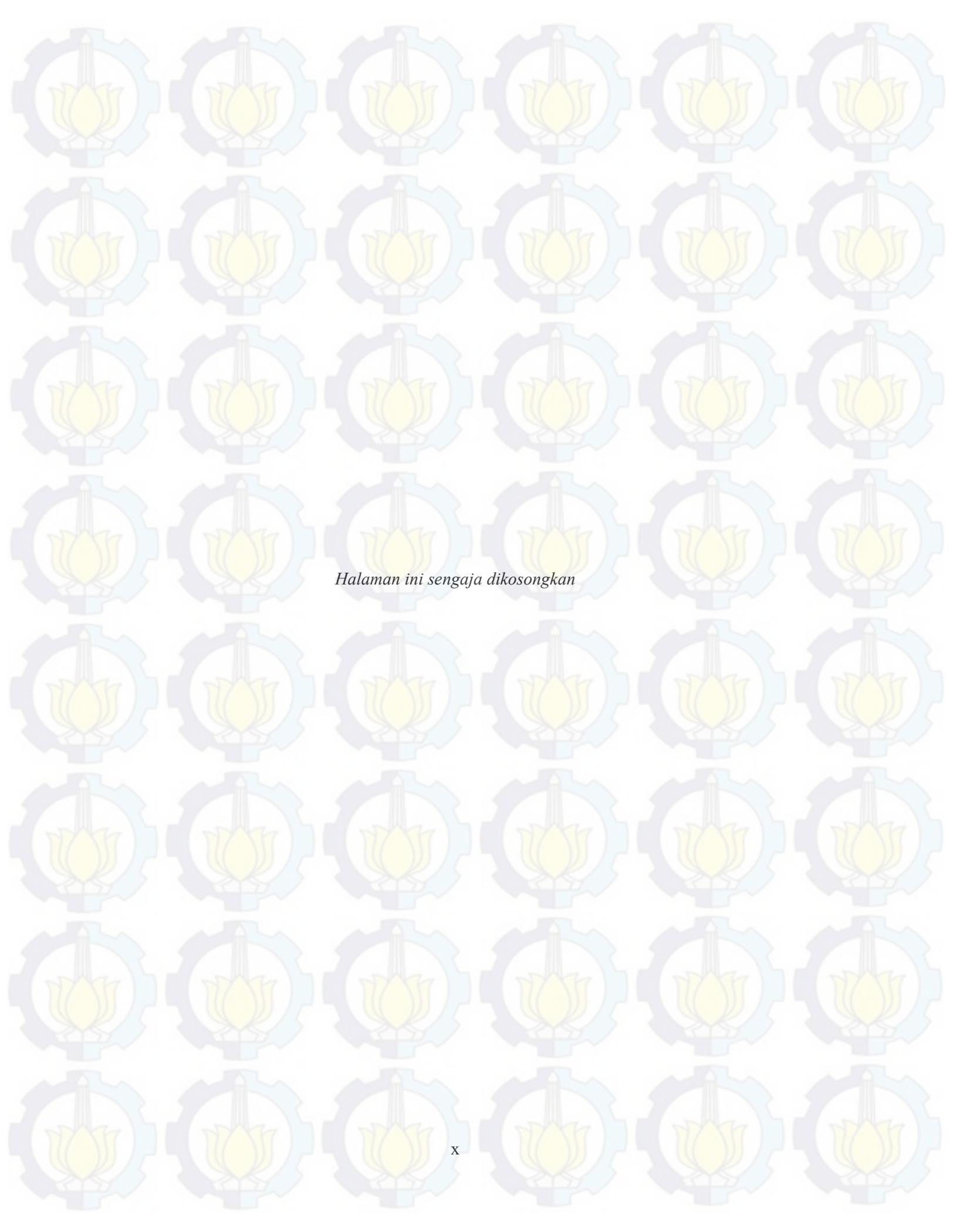
# COMPETENCE-GAUGING GAME DESIGN FOR MATHEMATICS USING RASCH MODEL

By : Remy Giovanni Mangowal  
Student Identity Number : 07111650050008  
Supervisor(s) : 1. Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng.  
2. Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, ST., MT.

## ABSTRACT

Education is a research field that is given big attention. A lot of technological advances are put to use to help the advance of education. One of the advances in educational field is Item Response Theory. With Item Response Theory's Rasch Model, this research will suggest a method to get the estimation of the abilities and the competency mastery of students. The data gathering used a game as a medium. The result of the method are proven to be able to delve deeper into the student's competencies and find guessing-type answers. The method also succeeded in finding the weakness of student's competency mastery so that teachers can focus on helping said student improve on that point. The proposed method's question bank managed to reach the information value of 7.44 on the student skill level of (-1.5) to 8.5 on the student skill level of (1,5), with its peak on student skill level of (0.5) with the value of 9.86. It is wished that this method will help teachers who wants to know more about their students' competency mastery and helps the teachers to prepare their students for exams that use Item Response Theory like the Nasional Standardized Graduation Evaluation.

Key words: competency, game, item response theory, mathematics, rasch model



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis haturkan dari lubuk hati yang terdalam, karena penulis berhasil menyelesaikan penelitian ini berkat berkat dariNya. Penelitian ini berjudul **“DESAIN GAME PENGUKURAN KOMPETENSI MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN RASCH MODEL”**

Penelitian ini disusun dan diselesaikan dalam rangka persyaratan kelulusan bidang studi Jaringan Cerdas Multimedia tingkat S2 pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penelitian ini juga ditujukan untuk membantu ranah edukasi Indonesia agar pendidikan Indonesia tidak tertinggal oleh kemajuan teknologi bangsa lainnya, agar kiranya suatu saat Indonesia dapat menjadi negara maju yang memimpin di kancah dunia. Penelitian ini tentunya berhasil diselesaikan dengan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada:

1. Keluarga inti. Bapak, Ibu, dan Kakak penulis yang tercinta yang selalu mendukung saya apapun yang terjadi dan selalu supportif terhadap pilihan hidup saya.
2. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas kepercayaannya dalam memberikan misi membangun masa depan bangsa.
3. Secara khusus penulis haturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Prof. Dr. Ir. Mauridhi Hery Purnomo, M.Eng. dan bapak Dr. Eko Mulyanto Yuniarno, S.T., M.T. untuk seluruh bimbingan dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis dari awal penelitian dimulai hingga penelitian ini berhasil diselesaikan.
4. Bapak Dr. Tri Arief Sardjono, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
5. Bapak Dr. Ardyono Priyadi, S.T., M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

6. Bapak dan Ibu dosen pengajar bidang studi Jaringan Cerdas Multimedia dan bidang lainnya atas pengajaran bimbingan dan perhatian yang diberikan pada penulis selama punlis perkuliah.
7. Ibu Umi Laili Yuhana, S.Kom, M.Sc. yang sudah sangat membantu dalam proses penelitian.
8. Semua teman seangkatan JCM GameTech 2016, yang telah memberikan begitu banyak bantuan dan hiburan selama penulis menjalankan masa kuliahnya.
9. Rekan lab baik penganut jenjang S3 maupun S2 yang sudah membantu dengan perhatiannya dan bantuannya selama ini.
10. SDN Putat Gede 1 Surabaya dan SD Muhammadiyah 26 Surabaya yang sudah bekerjasama dalam pengumpulan dan validasi data serta konsultasi pakar.
11. Berbagai pihak lainnya yang terlalu banyak untuk disebutkan yang sudah memberikan bantuan kepada penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga penelitian ini dapat menjadi sebuah penelitian yang berguna bagi umat manusia di muka bumi ini.

Surabaya, 28 Mei 2018

Penulis

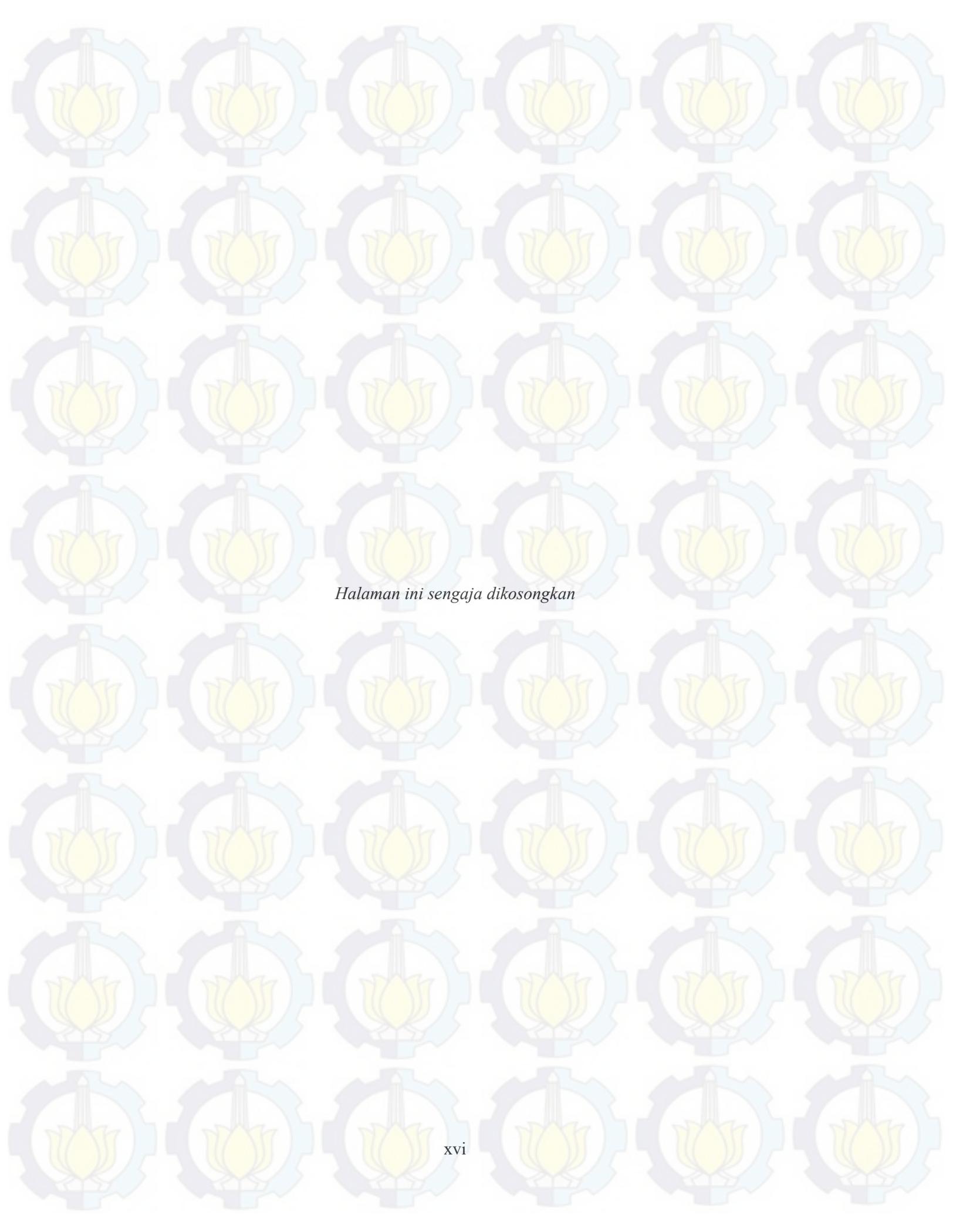
## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Kontribusi.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Penelitian Terkait.....	7
2.2 Teori Dasar.....	9
2.2.1 Game.....	9
2.2.2 Quiz.....	10
2.2.3 Kompetensi.....	11
2.2.4 Matematika.....	11
2.2.5 Item Response Theory.....	12
2.2.6 Rasch Model.....	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Desain Permainan, Soal dan Pengambilan Data.....	16
3.2 Kalkulasi Estimasi Tingkat Kemampuan Siswa.....	17

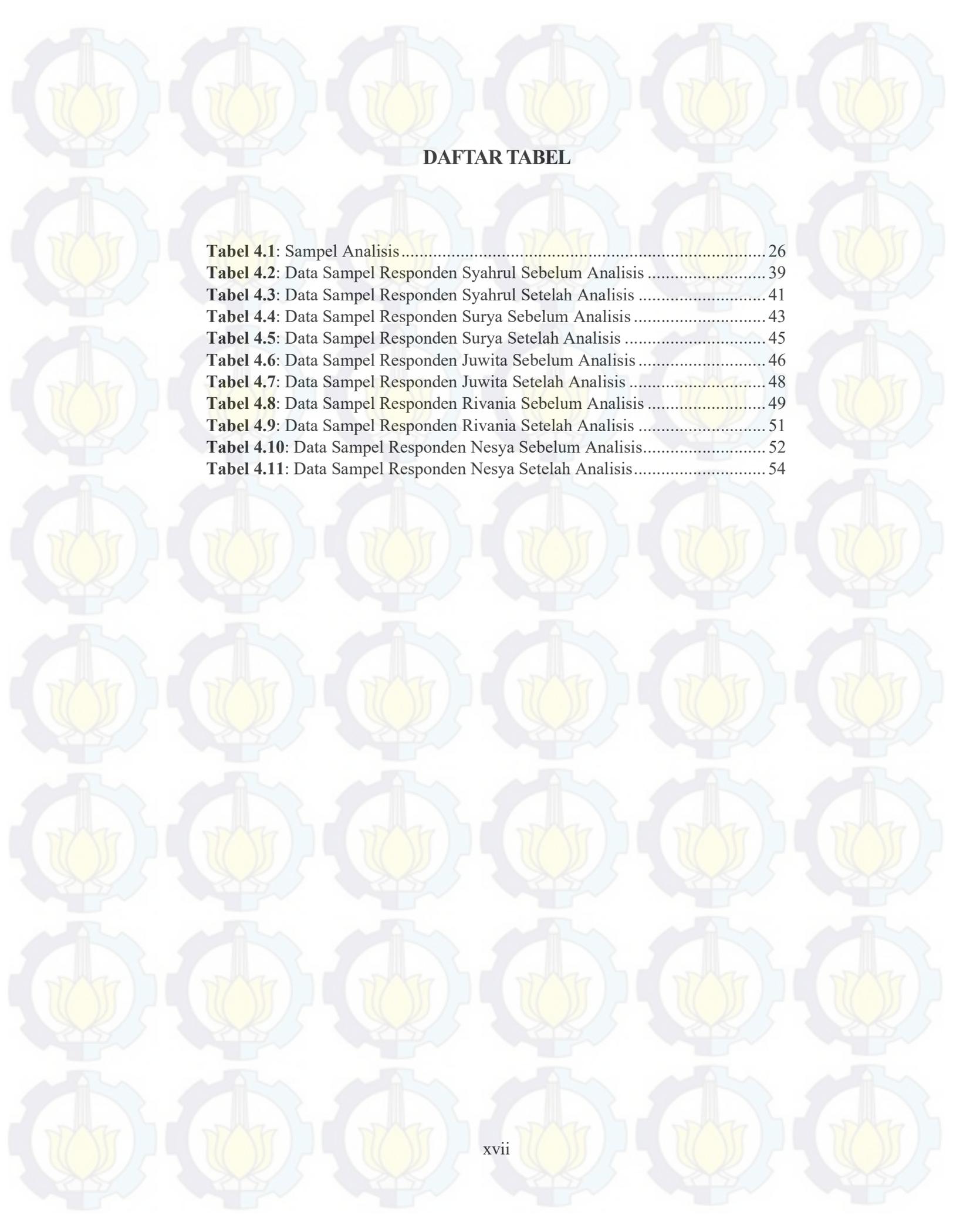
3.3	Kalkulasi Estimasi Tingkat Kesulitan Soal .....	17
3.4	Analisis dengan Rasch Model.....	18
3.5	Analisa Kompetensi .....	20
3.6	Validasi Metode dengan Pakar Pendidikan.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		25
4.1	Aspek Desain Permainan.....	25
4.2	Skenario Data.....	26
4.3	Analisis Keakuratan Kumpulan Soal .....	26
4.4	Hasil Analisis Kompetensi Siswa .....	39
4.4.1	Skenario Pertama.....	39
4.4.2	Skenario Kedua .....	42
4.4.3	Skenario Ketiga .....	45
4.4.4	Skenario Keempat.....	48
4.4.5	Skenario Kelima .....	51
4.5	Analisis Tambahan dengan Waktu.....	55
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		59
DAFTAR PUSTAKA .....		61

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1:</b> Metodologi Penelitian .....	15
<b>Gambar 3.2:</b> Hubungan Antar Kompetensi .....	21
<b>Gambar 4.1:</b> Persebaran Tingkat Kemampuan Siswa SDN 1 Putat Gede .....	27
<b>Gambar 4.2:</b> Persebaran Tingkat Kesulitan Soal Kumpulan Soal Ujian.....	28
<b>Gambar 4.3:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 1 - Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Sampai 20 .....	29
<b>Gambar 4.4:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 1 - Membilang Banyak Benda.....	29
<b>Gambar 4.5:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 2 - Melakukan Perkalian Bilangan yang Hasilnya Bilangan Dua Angka .....	30
<b>Gambar 4.6:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 2 - Melakukan Operasi Hitung Campuran.....	31
<b>Gambar 4.7:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 3 - Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Tiga Angka .....	31
<b>Gambar 4.8:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 3 - Melakukan Perkalian yang Hasilnya Bilangan Tiga Angka dan Pembagian Bilangan Tiga Angka .....	32
<b>Gambar 4.9:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 4 - Menjumlahkan Pecahan .....	32
<b>Gambar 4.10:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 4 - Melakukan Operasi Hitung Campuran.....	33
<b>Gambar 4.11:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 5 - Mengalikan dan Membagi Berbagai Bentuk Pecahan .....	33
<b>Gambar 4.12:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 5 - Mengubah Pecahan ke Bentuk Persen dan Desimal Serta Sebaliknya .....	34
<b>Gambar 4.13:</b> Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 6 - Menggunakan Sifat-sifat Operasi Hitung Termasuk Operasi Campuran, FPB dan KPK .....	34
<b>Gambar 4.14:</b> Kurva Informasi Butir Soal – Kompetensi Kelas 6 - Menentukan Rata-rata Hitung dan Modus Sekumpulan Data.....	35
<b>Gambar 4.15:</b> Kurva Karakteristik Butir Soal Ujian.....	36
<b>Gambar 4.16:</b> Kurva Informasi Butir Soal Dari 60 Soal Kumpulan Soal Ujian .	37
<b>Gambar 4.17:</b> Kurva Informasi Ujian Dari 60 Soal Kumpulan Soal Ujian.....	38
<b>Gambar 4.18:</b> Grafik Waktu Rata-rata per Soal Kelima Siswa.....	55
<b>Gambar 4.19:</b> Grafik Waktu Maksimum per Soal Kelima Siswa.....	56
<b>Gambar 4.20:</b> Grafik Waktu Minimum per Soal Kelima Siswa.....	57



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1:</b> Sampel Analisis .....	26
<b>Tabel 4.2:</b> Data Sampel Responden Syahrul Sebelum Analisis .....	39
<b>Tabel 4.3:</b> Data Sampel Responden Syahrul Setelah Analisis .....	41
<b>Tabel 4.4:</b> Data Sampel Responden Surya Sebelum Analisis .....	43
<b>Tabel 4.5:</b> Data Sampel Responden Surya Setelah Analisis .....	45
<b>Tabel 4.6:</b> Data Sampel Responden Juwita Sebelum Analisis .....	46
<b>Tabel 4.7:</b> Data Sampel Responden Juwita Setelah Analisis .....	48
<b>Tabel 4.8:</b> Data Sampel Responden Rivania Sebelum Analisis .....	49
<b>Tabel 4.9:</b> Data Sampel Responden Rivania Setelah Analisis .....	51
<b>Tabel 4.10:</b> Data Sampel Responden Nesya Sebelum Analisis.....	52
<b>Tabel 4.11:</b> Data Sampel Responden Nesya Setelah Analisis.....	54



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu bidang yang paling banyak mendapat perhatian dari para peneliti dan riset yang dilaksanakan. Pengembangan bidang pendidikan itu sendiri terus berlanjut mengikuti perkembangan tuntutan jaman dan teknologi. Ujian yang pada awalnya menggunakan kertas secara konvensional sekarang dapat digantikan dengan menggunakan elektronik seperti komputer. Berbagai macam alat bantu untuk pendidikan juga telah dibuat seiring dengan perkembangan teknologi. Salah satu contoh pengembangan pada dunia pendidikan yang paling berpengaruh adalah pada saat ditemukannya IRT atau Item Response Theory. IRT sangat membantu dunia pendidikan dalam berbagai hal, mulai dari penyusunan soal untuk ujian yang seimbang dan merata sehingga ujian dapat benar-benar menguji siswa dengan daya uji yang tepat untuk siswa yang menjadi pesertanya, hingga memberikan nilai estimasi tingkat kemampuan siswa sehingga dapat membantu pengajar dalam mencari cara yang tepat untuk membantu anak didiknya berkembang.

Perkembangan teknologi tersebut sudah mulai diterapkan di Indonesia, dengan digunakannya Item Response Theory dalam penilaian Ujian Akhir Sekolah Berstandar Nasional. Kebanyakan siswa dan guru belum siap dalam menghadapi perubahan tersebut. Guru memerlukan sebuah instrumen pembantu baru agar para pengajar dapat lebih menyesuaikan teknik pengajarannya demi membimbing anak didiknya melewati ujian akhir sekolah berstandar nasional yang menggunakan Item Response Theory tersebut. Pendidikan pada bidang-bidang kompetensi yang kurang dikuasai oleh siswa harus dilakukan secepatnya agar siswa memiliki waktu untuk melatih kekurangan tersebut sebelum menghadapi ujian akhir sekolah berstandar nasional.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menjadi instrumen pembantu pendidikan adalah permainan atau *game*. Permainan diyakini dapat menjadi

pengganti untuk ujian berbasis konvensional karena berbagai kelebihan yang ditawarkan permainan, misalkan kemudahan penyesuaian desain dengan keperluan, ataupun kemudahan untuk memilah dan menyimpan data yang diperlukan bagi tenaga pengajar.

Rasch Model adalah salah satu jenis Item Response Theory yang sudah sangat sering digunakan karena versatilitasnya. Rasch Model sangat cocok digunakan untuk menganalisis data bertipe dikotomis, atau data yang memiliki hasil biner. Oleh karena itu diperlukan sebuah penelitian yang dapat memanfaatkan teknologi sebagai instrumen bantuan tambahan bagi pengajar dalam mengerti siswa didik mereka lebih lanjut. Penelitian ini mengajukan sebuah metode yang mempergunakan IRT Rasch Model untuk membantu pengajar mengetahui kompetensi apa sajakah yang sudah dikuasai oleh masing-masing siswanya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Tuntutan pendidikan semakin tinggi seiring dengan berkembangnya teknologi, seperti penggunaan teori respons butir atau Item Response Theory dalam penilaian ujian akhir sekolah berstandar nasional. Guru sebagai tenaga pengajar memiliki waktu yang sangat terbatas untuk mengetahui kompetensi apa saja yang menjadi kekurangan dari masing-masing anak didiknya untuk mempersiapkan mereka menjalani ujian akhir sekolah berstandar nasional. Permasalahan waktu yang terbatas untuk mengetahui lebih detail tentang kompetensi apa saja yang diperlukan oleh masing-masing siswa dapat diselesaikan dengan bantuan teknologi dan perangkat lunak serta sebuah metode untuk mengetahui hal tersebut dengan lebih mudah dan cepat. Keterlambatan dalam mengetahui kompetensi apa yang diperlukan oleh masing-masing siswa dapat mengakibatkan siswa tersebut tidak siap menghadapi rintangan seperti ujian akhir sekolah berstandar nasional.

Salah satu cara yang digunakan pakar pendidikan dalam mengukur tingkat kemampuan kompetensi siswa adalah dengan memberikan pemeriksaan secara bertahap. Pada awalnya ujian pra-test akan diberikan untuk menentukan

kemampuan awal dari masing-masing siswa. Hasil dari pra-test akan digunakan untuk mengetahui apa sajakah kompetensi yang telah dikuasai oleh siswa dan apakah siswa sudah menguasai kompetensi prasyarat dari kompetensi yang akan diajarkan. Setelah hasil didapatkan, pengajaran kompetensi pada kelas tersebut akan dilaksanakan dengan titik mulai yang didasarkan dari hasil pra-test. Seusai pengajaran seluruh komponen materi kompetensi, pengajar akan mengadakan ujian untuk mengetahui penguasaan kompetensi masing-masing siswa. Apabila ada siswa yang belum berhasil lulus dari standar nilai yang diberikan sekolah untuk ujian tersebut, maka siswa diharuskan mengikuti remedi atau ujian perbaikan hingga siswa berhasil menguasai kompetensi tersebut.

Pada teknik konvensional yang digunakan oleh pakar pendidikan tersebut ada beberapa hal penting yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Pengumpulan data yang bersifat manual akan menggunakan banyak waktu, terutama jika ada banyak murid pada kelas tersebut. Penentuan penguasaan kompetensi siswa yang hanya didasarkan pada nilai dan tidak memasukkan faktor jawaban menduga-duga atau *guessing* juga mempengaruhi kemampuan pakar pengajaran dalam mengetahui kompetensi manakah yang kurang dikuasai oleh pelajar tersebut. Desain soal yang digunakan adalah kumpulan soal yang belum diuji dengan menggunakan metode untuk mengetahui apakah kumpulan soal tersebut memiliki persebaran kesulitan soal yang merata sehingga kumpulan soal dapat digunakan untuk membedakan antar pelajar dengan tingkat kemampuan dibawah rata-rata dan juga untuk membedakan antar pelajar dengan tingkat kemampuan diatas rata-rata.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah pembuktian sebuah hipotesa bahwa kombinasi pengambilan data siswa menggunakan desain permainan yang sesuai dan analisis data tersebut dengan menggunakan teori respons butir Rasch Model dapat memberikan hasil analisa penguasaan kompetensi siswa yang dapat membantu tenaga pakar pendidikan dalam mengetahui kondisi penguasaan kompetensi anak dengan lebih baik dan cepat. Dengan susunan komponen soal

yang tepat, kumpulan soal diharapkan dapat mengumpulkan informasi dari siswa dengan tingkat kemampuan yang beragam secara akurat sehingga analisa kompetensi yang dilakukan dengan Rasch Model setelahnya dapat membantu guru dalam mengetahui kebutuhan muridnya.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Seluruh siswa responden berasal dari tingkat pendidikan yang sama.
2. Kompetensi yang digunakan pada soal adalah kompetensi aritmatika kelas satu hingga kelas enam SD.
3. Soal berbentuk dikotomus dengan pilihan empat jawaban.
4. Seluruh siswa mendapat kumpulan soal yang sama dan lengkap.

#### **1.5 Kontribusi**

Penelitian ini diharapkan memberi kontribusi ke beberapa bidang yang berbeda. Pada bidang teknologi permainan, diharapkan desain permainan yang memberikan keuntungan yang tidak dapat didapatkan dengan menggunakan ujian konvensional dapat dijadikan referensi dalam pembuatan permainan edukatif. Pada bidang pendidikan, diharapkan penelitian ini dapat memberikan instrument pembantu bagi para pengajar yang memerlukan pemahaman lebih lanjut tentang kompetensi apa saja yang sudah dikuasai oleh anak didiknya dan kompetensi apakah yang harus menerima perhatian lebih untuk mempersiapkan murid menghadapi ujian akhir sekolah berstandar nasional. Desain permainan dan analisis juga dapat memberikan sebuah cara untuk mencari tahu apakah seorang siswa menjawab dengan menduga-duga (*guessing*) atau tidak.



## 1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dijalankan dengan menggunakan desain sistem berikut beserta implementasinya. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan suatu desain rangkaian metode untuk menemukan kompetensi apa saja yang dikuasai oleh seorang siswa dengan menggunakan permainan digital sebagai media pengumpulan data beserta dengan analisis hasil data tersebut. Permainan kuis akan mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk mengestimasi kemampuan individual dari masing-masing siswa peserta, estimasi kesulitan masing-masing soal jika dibandingkan dengan soal lainnya, dan pada akhirnya analisis penguasaan kompetensi siswa.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Penelitian Terkait

- a. MathBharata: A Serious Game for Motivating Disabled Students to Study Mathematics [1]

Penelitian sebelumnya yang memfokuskan diri pada penelitian pendidikan sisi motivasi pelajar dalam pembelajaran Matematika dan perbedaannya antara pelajar reguler dengan pelajar difabel.

- b. Penggalian Pola Kemampuan Peserta Ujian Berbasis Klaster untuk Penentuan Aturan Sistem Penilaian [2]

Penelitian sejenis yang lebih berfokus pada aturan system penilaian dalam penentuan pola kemampuan. Penelitian ini menggunakan Klaster sebagai metode pendukung.

- c. Item Response Theory and Rasch Model [3]

Bagian dari buku *Advanced Psychometric Approaches*, bagian ke 13 dari buku ini membahas tentang kegunaan dari Item Response Theory dan Rasch Model serta potensi pengembangan penggunaan keduanya di masa depan.

- d. SeGAE: A serious game authoring environment [4]

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *game* serius dapat menurunkan tingkat keletihan dan kejenuhan dalam mempelajari sesuatu. Dengan menurunnya tingkat kejenuhan dan keletihan tersebut, pelajar dapat belajar lebih banyak dan efektif.

- e. User assessment in serious games and technology enhanced learning [5]

Hasil studi menunjukkan bahwa *game* serius sangat cocok untuk digunakan dalam mengukur tingkat kompetensi seorang pelajar.

- f. Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation [6]

Pengumpulan data dari responden berjenis kelamin laki-laki dan perempuan tidak menghasilkan perbedaan signifikan, yang berarti pengambilan data dan analisis tidak memerlukan variabel jenis kelamin. Karena itu Rasch Model yang tidak memperlakukan variabel jenis kelamin cocok digunakan untuk pengambilan data.

- g. The Effectiveness of Games for Educational Purposes: A Review of Recent Research [7]

Pengumpulan sejumlah penelitian yang membandingkan tes tertulis tradisional dengan tes digital berbasis *game*. Jumlah penelitian yang mendukung pembelajaran berbasis permainan jauh melebihi jumlah penelitian yang mendukung pembelajaran berbasis kertas atau tradisional.

- h. Digital game-based learning [8]

Masih banyak orang tua dan sekolah yang menganggap bahwa permainan hanya akan mengganggu pertumbuhan akademis pelajar.

- i. A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? [9]

Hal yang patut diperhatikan adalah kebiasaan pelajar dalam menjawab secara asal maupun mempelajari pola permainan, bukan mempelajari apa yang ditanyakan oleh permainan itu sendiri. Sebuah

metode yang dapat menanggulangi kebiasaan tersebut sangat diperlukan agar dapat mendapatkan hasil yang lebih akurat.

- j. Violent video games: Specific effects of violent content on aggression behaviors [10]

Segala bentuk kekerasan, walaupun itu kekerasan fantasi seperti pertarungan melawan naga, tetaplah sebuah bentuk kekerasan yang dapat memberi dampak negatif kepada pemain. Contohnya adalah dengan menumpulkan derajat kekerasan dari pemain sehingga pemain merasa bahwa sebuah tindak kekerasan bukanlah sebuah tindakan kekerasan. Karena itu segala bentuk kekerasan harus dihindari dalam permainan yang dibuat.

## 2.2 Teori Dasar

### 2.2.1 Game

*Game* adalah sebuah bentuk permainan yang terstruktur dengan aturan-aturannya. *Game* dimainkan dengan berbagai tujuan, mulai dari penyegaran, pencarian kesenangan, hingga pembelajaran. Terdapat berbagai macam jenis *game*, mulai dari *game* dengan 1 orang pemain hingga *game* dengan ratusan ribu pemain. *Game* memiliki banyak genre, mulai dari *game* tembak menembak (*Shooting Game*), *game* permainan peran (*Role-Playing Game*), hingga *game* dengan berbagai macam pertanyaan yang harus dijawab oleh pemainnya (*Quiz Game*). Cara bermain sebuah *game* tergantung dari genre dan aturan *game* tersebut. Contoh lain dari *game* adalah *game* serius. *Game* serius adalah sebuah permainan yang dapat memberikan sesuatu yang dapat dipelajari oleh pemain yang memainkan *game* tersebut [4].

*Game* pada umumnya melibatkan stimulasi raga atau pikiran, dan seringkali keduanya sekaligus. *Game* dapat membantu perkembangan fisik sebagai sebuah alat latihan ataupun membantu perkembangan mental seperti menjadi alat

pendidikan atau pengajaran. Berbagai penelitian yang mencoba mencari hubungan lebih dalam antara *game* dan pendidikan sudah dilaksanakan. Pada salah satu penelitian ditunjukkan bahwa *game* dapat menurunkan tingkat keletihan dan kejenuhan dalam mempelajari sesuatu [4]. Dengan menurunnya tingkat kejenuhan dan keletihan tersebut, pelajar dapat belajar lebih banyak dan efektif. Penelitian lain menunjukkan bahwa *game* sangat cocok untuk digunakan dalam mengukur tingkat kompetensi seorang pelajar [5]. Sebuah penelitian juga menunjukkan hasil dimana penggunaan *game* sebagai media ujian dapat menghasilkan hasil yang lebih baik daripada ujian tertulis konvensional [7]. Namun sayangnya masih banyak orangtua dan sekolah yang menganggap bahwa permainan hanya akan mengganggu pertumbuhan akademis pelajar, bukan ikut membantu perkembangannya [8].

Metode untuk mengetahui jawaban menduga-duga dari siswa pada *game* juga diperlukan untuk memastikan keakuratan *game* sebagai media penguji [9]. Walaupun *game* dapat digunakan untuk membuat sarana lingkungan belajar untuk siswa yang jauh lebih bebas, namun seluruh bentuk kekerasan sebaiknya dihindari karena siswa yang memainkan *game* dengan unsur kekerasan sedikit apapun memiliki resiko lebih untuk mendapatkan dampak negatif berupa penumpukan perasaan terhadap kekerasan yang dapat menyebabkan siswa berpikir bahwa beberapa tipe kekerasan (seperti melukai makhluk hidup selain manusia) itu diwajibkan [10]. Tipe genre permainan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *Quiz Game*.

### 2.2.2 Quiz

*Quiz* adalah sebuah bentuk *game* dimana pemain mencoba untuk menjawab sebuah pertanyaan dengan benar. Tujuan utama dari permainan ini adalah untuk menguji pengetahuan pemain dalam suatu subjek. *Quiz game* adalah sebuah tipe genre *game* yang mengemulasikan sebuah *quiz*. Pemain akan mencoba menjawab pertanyaan yang benar diantara pilihan yang ada, seperti soal berbentuk pilihan ganda.

### 2.2.3 Kompetensi

Kompetensi adalah sebuah tipe penilaian yang menunjukkan kemahiran seseorang dalam melakukan sesuatu. Dalam dunia pendidikan, kompetensi menjadi tolok ukur dalam menentukan apakah seorang siswa dapat melanjutkan jenjang pendidikan ke tingkat selanjutnya atau tidak. Kompetensi yang digunakan oleh dunia pendidikan Indonesia ditentukan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Ujian dilakukan untuk melakukan pengetesan pada kompetensi yang dimiliki oleh siswa. Apabila siswa berhasil menguasai sekelompok kompetensi, makanya siswa dapat naik ke jenjang selanjutnya pada saat kenaikan kelas. Kebanyakan kompetensi memiliki hubungan dengan kompetensi lainnya, baik sebagai prasyarat maupun sebagai pengembangan lanjutan dari kompetensi sebelumnya. Ada ratusan kompetensi yang diperlukan untuk murid sekolah dasar, namun pada penelitian ini hanya 12 kompetensi yang akan digunakan.

### 2.2.4 Matematika

Kata Matematika berasal dari bahasa Yunani “mathema” yaitu pengetahuan, pemikiran dan pembelajaran. Matematika adalah sebuah topik yang membahas hal-hal seperti kuantitas, struktur, ruang, dan perubahan. Matematika tidak memiliki sebuah definisi yang digunakan secara global. Matematika memiliki banyak cabang ilmu, misalnya cabang ilmu Logika, Geometri dan Aritmatika. Pada penelitian ini, ilmu cabang aritmatika dipilih. Aritmatika adalah berasal dari sebuah kata Yunani “Arithmos” yang memiliki arti angka. Aritmatika adalah salah satu cabang matematika yang memfokuskan diri pada matematika. Aritmatika sangat fokus pada keempat perhitungan dasar dalam Aritmatika, penjumlahan, pengurangan, perkalian dan pembagian. Aritmatika adalah salah satu bagian dasar dari Matematika yang dianggap salah satu level tertinggi dalam urutan divisi matematika modern. Model soal pertanyaan bertipe pilihan ganda dengan bahan pertanyaan Aritmatika.

### 2.2.5 Item Response Theory

Item Response Theory atau teori respons butir adalah sebuah bentuk pengembangan dari Classical Test Theory atau CTT. Teori respons butir adalah sebuah metode penilaian yang beradaptasi sesuai dengan kemampuan responden yang menjalani ujian. Hal ini merupakan sebuah kemajuan dari CTT, dimana CTT memberikan nilai yang sama kepada semua siswa yang berhasil menjawab jumlah pertanyaan yang sama. Pada dasarnya teori respons butir terbagi menjadi tiga jenis, yaitu teknik respons butir dengan 1 variabel (1LP) yang biasa disebut dengan nama Rasch Model, teknik dengan 2 variabel (2LP), dan teknik dengan 3 variabel yaitu teknik teori respons butir dengan 3 variabel (3LP) [3]. Semakin banyak variabel yang digunakan, semakin kompleks perhitungan yang harus dilakukan, karena itu Rasch Model digunakan di kebanyakan data dikarenakan kemudahan dalam penggunaan serta reliabilitas yang dimiliki oleh Rasch Model itu sendiri walaupun hanya menggunakan 1 variabel tambahan.

Teori respons butir berasumsi bahwa jawaban yang diberikan oleh seseorang terhadap sebuah pertanyaan dipengaruhi oleh kualitas dari pertanyaan itu sendiri. Teori respons butir memungkinkan berbagai hal yang tidak dapat dicapai oleh tes klasik, misalnya pemberian nilai estimasi tingkat kesulitan soal dan nilai estimasi tingkat kemampuan responden.

Teori respons butir dapat digunakan untuk mencari beberapa kurva yang dapat membantu membuktikan validitas sebuah kumpulan soal. Kurva karakteristik butir menunjukkan perkiraan kemungkinan seseorang dengan sebuah tingkat kemampuan memberikan jawaban yang benar pada sebuah soal. Posisi dari kurva tersebut berubah seiring dengan kesulitan soal tersebut. Kurva yang condong ke kiri menandakan sebuah pertanyaan yang mudah, sedangkan kurva yang condong ke kanan menandakan sebuah pertanyaan yang sulit.

Kurva berikutnya adalah kurva informasi butir soal dan lanjutannya yaitu kurva informasi ujian. Kurva informasi butir soal adalah sebuah kurva yang dibuat dengan menempatkan posisi dari nilai informasi yang diberikan oleh sebuah butir soal pada beberapa tingkat kemampuan responden tertentu. Kurva ini dapat menunjukkan karakteristik dari butir soal tersebut, misalkan apakah butir soal

tersebut lebih cocok digunakan untuk membedakan responden dengan tingkat kemampuan rendah, menengah, atau tinggi. Setelah nilai informasi seluruh butir soal dalam sebuah kumpulan soal ujian ditemukan, sebuah kurva besar yang berisikan seluruh kurva butir soal dapat dibuat. Kurva satuan ini akan menunjukkan apakah sebuah kumpulan soal ujian dapat menilai seluruh tingkat kemampuan dengan merata ataukah ada kecondongan pada tingkat kemampuan tertentu. Sebuah kumpulan soal ujian yang baik sudah seharusnya dapat mencakup seluruh kurva dengan soal anggotanya. Setelah itu kurva informasi ujian juga dapat dibuat dengan menjumlahkan nilai seluruh butir soal dalam sebuah ujian. Kurva ini akan menunjukkan pada tingkat kemampuan manakah kumpulan soal ini bekerja baik.

### **2.2.6 Rasch Model**

Rasch Model merupakan salah satu bentuk teori respons butir. Rasch Model menggunakan satu parameter saja, karena itu Rasch Model juga disebut sebagai 1PL atau One-Parameter Logistic model. Hasil akhir dari Rasch Model adalah nilai probabilitas dari kemungkinan seorang responden dengan sebuah tingkat kemampuan menjawab sebuah pertanyaan dengan sebuah tingkat kesulitan. Menurut Rasch Model, seseorang memiliki kemungkinan menjawab sebuah pertanyaan sebesar 50% apabila tingkat kemampuan orang tersebut setara dengan tingkat kesulitan soal. Rasch Model memerlukan tingkat kemampuan seorang individu bersama dengan tingkat kesulitan soal yang dijawab untuk melakukan analisis.

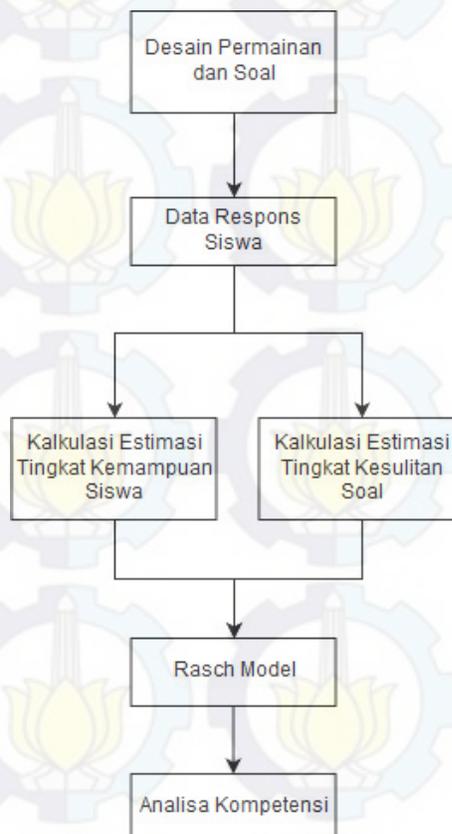


*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dijalankan dengan menggunakan desain sistem berikut beserta implementasinya. Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan suatu desain rangkaian metode untuk menemukan kompetensi apa saja yang dikuasai oleh seorang siswa dengan menggunakan permainan digital sebagai media pengumpulan data beserta dengan analisis hasil data tersebut. Permainan kuis akan mengumpulkan data yang dapat digunakan untuk mengestimasi kemampuan individual dari masing-masing siswa peserta, estimasi kesulitan masing-masing soal jika dibandingkan dengan soal lainnya, dan pada akhirnya analisis penguasaan kompetensi siswa. Pada bab ini akan dijelaskan semua metodologi yang digunakan dalam penelitian ini. Metodologi digambarkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1:** Metodologi Penelitian

### 3.1 Desain Permainan, Soal dan Pengambilan Data

Aplikasi permainan yang digunakan untuk pengambilan data memiliki genre Quiz Game. Quiz Game atau permainan kuis adalah sebuah permainan yang memiliki alur utama pemberian soal yang dilanjutkan dengan jawaban dari pemain beserta evaluasinya. Tipe permainan kuis dipilih karena tipe pertanyaan yang digunakan berbentuk pilihan ganda, yang merupakan satu dari tiga jenis pertanyaan yang biasa digunakan oleh dunia pendidikan Indonesia selain isian dan uraian. Dengan menggunakan sistem desain permainan kuis, pertanyaan berjenis pilihan ganda dapat dengan mudah dibuat menjadi versi digitalnya.

Pertanyaan yang digunakan dalam permainan kuis berjumlah 60 soal yang diambil dari berbagai soal Ujian Tengah Semester, Ujian Akhir Semester, dan Ujian Akhir Sekolah Berstandar Nasional yang didapatkan dari beberapa sekolah seperti SDN Putat Gede 1, SDN Tulungagung dan SDN Wates. Pertanyaan yang digunakan mewakili pertanyaan dari kelas 1 SD hingga kelas 6 SD, dengan jumlah 10 pertanyaan untuk masing-masing tingkat pendidikan. Pada setiap tingkat pendidikan 2 kompetensi dipilih untuk mewakili kompetensi yang ingin ditinjau, sehingga masing-masing kompetensi diwakili oleh 5 soal. Kompetensi yang dipilih adalah kompetensi yang bertipe kompetensi Aritmatika. Desain pertanyaan yang idealnya digunakan adalah kumpulan soal yang dapat membedakan responden dengan tingkat kemampuan rendah dan tinggi, dan dapat membedakan tingkatan dari sesama responden bertingkat kemampuan rendah ataupun sedang dan tinggi. Fitur desain permainan lainnya yang memberikan kelebihan dibandingkan ujian tertulis tradisional adalah responden tidak dapat melihat respons yang diberikan pada pertanyaan yang sudah dijawab sebelumnya. Salah satu kekurangan dari soal bertipe pilihan ganda adalah besarnya kemungkinan responden menjawab pertanyaan dengan menduga-duga atau *guessing*, namun kemungkinan *guessing* tersebut dapat lebih terdeteksi berkat desain yang tidak memperbolehkan responden melihat respons yang sudah diberikan sebelumnya karena responden tidak akan dapat membuat respons yang mirip dengan melihat respons sebelumnya. Responden juga sulit bekerjasama secara tidak adil dengan responden lain dalam

menjawab ujian karena desain permainan kuis yang memberikan soal secara acak kepada seluruh responden. Selain data siswa, permainan mencatat benar/salah dari jawaban siswa di tiap bulir pertanyaan. Data benar/salah ini lah yang akan digunakan pada analisis Rasch Model nantinya.

### 3.2 Kalkulasi Estimasi Tingkat Kemampuan Siswa

Kemampuan siswa adalah tingkat ukuran dari kemahiran seorang siswa pada suatu ujian. Kemampuan siswa pada dasarnya adalah rasio jawaban benar dari seluruh jawaban yang diberikan seorang siswa pada suatu kumpulan soal atau ujian. Variabel kemampuan siswa tidak terpengaruh dengan tingkat kesulitan soal itu sendiri. Kemampuan siswa didapatkan dalam beberapa langkah. Pertama rasio jawaban benar siswa terhadap keseluruhan soal yang ada ditemukan dengan membagi jumlah butir soal yang dijawab oleh siswa dengan benar dengan jumlah pertanyaan yang dijawab ( $P_s$ ). Langkah kedua adalah mencari logaritma natural dari rasio proporsi jawaban benar kepada proporsi jawaban yang tidak benar ( $1 - P_s$ ).  $P_s$  adalah proporsi jawaban benar ( $P$ ) dari siswa S.  $\theta_s$  adalah nilai estimasi dari kemampuan siswa tersebut. Persamaan kemampuan siswa didefinisikan pada (3.1).

$$\theta_s = LN\left(\frac{P_s}{1 - P_s}\right) \quad (3.1)$$

### 3.3 Kalkulasi Estimasi Tingkat Kesulitan Soal

Tingkat kesulitan soal adalah tingkat ukuran dari kesulitan sebuah soal pada sebuah kumpulan responden dibandingkan dengan butir soal lainnya. Estimasi awal tingkat kesulitan soal didapatkan dalam dua langkah. Langkah pertama adalah mencari proporsi jawaban benar ( $P_i$ ) dari masing-masing butir soal yang ada. Untuk tiap butir soal, proporsi jawaban yang benar adalah jumlah responden yang menjawab soal tersebut dengan benar dibagi dengan jumlah responden yang menjawab butir soal tersebut. Langkah selanjutnya adalah memperoleh estimasi tingkat kesulitan soal  $i$  ( $\beta_i$ ) dengan mengkalkulasi logaritma natural dari rasio

proporsi jawaban yang salah dari butir soal tersebut  $(1 - P_i)$  dengan proporsi jawaban yang benar pada soal tersebut. Persamaan tingkat kesulitan soal didefinisikan pada (3.2).

$$\beta_i = LN\left(\frac{1 - P_i}{P_i}\right) \quad (3.2)$$

Setelah mendapatkan nilai estimasi seluruh butir soal yang ada pada ujian, proses tambahan dilakukan untuk melakukan penyesuaian pada estimasi yang didapatkan. Proses tambahan tersebut adalah dengan mencari rata-rata dari seluruh nilai tingkat kesulitan soal masing-masing butir soal, lalu mengurangi setiap nilai estimasi tingkat kesulitan soal milik butir soal yang ada dalam pengujian dengan nilai rata-rata tersebut sehingga nilai *mean* dari keseluruhan butir soal menjadi 0. Proses penyesuaian ini diperlukan supaya titik tengah dari tingkat kesulitan soal menjadi benar-benar di tengah diantara soal lainnya.

### 3.4 Analisis dengan Rasch Model

Setelah kedua variabel yang diperlukan oleh Rasch Model didapatkan, yaitu variabel Kemampuan Siswa dan variabel Tingkat Kesulitan Soal, analisis dengan Rasch Model dapat dimulai. Rasch Model memberikan estimasi kemungkinan seorang responden menjawab suatu item, dimana pada tingkat kemampuan siswa dan kesulitan soal yang sejajar responden diestimasikan dapat menjawab butir soal yang ada dengan benar dengan kemungkinan 50%. Persamaan dari Rasch Model secara umum didefinisikan pada (3.3).

$$P(X_{is} = 1 | \theta_s, \beta_i) = \frac{e^{(\theta_s - \beta_i)}}{1 + e^{(\theta_s - \beta_i)}} \quad (3.3)$$

$X_{is}$  pada persamaan 3.3 merujuk pada jawaban X yang diberikan oleh responden S kepada butir soal I. Jawaban yang benar dilambangkan dengan angka 1.  $\theta_s$  adalah tingkat kemampuan siswa S secara individual.  $\beta_i$  adalah tingkat kesulitan butir soal I.  $e$  adalah basis logaritma natural. Singkatnya persamaan di

atas memiliki arti Probabilitas ( $P$ ) responden S akan dapat menjawab butir soal I secara benar. Garis tegak pada persamaan mengindikasikan bahwa pernyataan ini adalah probabilitas kondisional. Probabilitas responden akan menjawab butir soal dengan benar bergantung pada tingkat kemampuan siswa ( $\theta_s$ ) dan tingkat kesulitan soal ( $\beta_i$ ).

Dengan mendapatkan estimasi dari masing-masing butir soal terhadap berbagai tingkat kemampuan siswa, karakteristik dari sebuah soal dapat diketahui lebih lanjut. Dalam membuat pertanyaan, ada pertanyaan yang lebih mudah digunakan untuk membedakan responden dengan tingkat kemampuan level rendah namun kurang efektif untuk membedakan responden dengan tingkat kemampuan level tinggi. Begitu juga sebaliknya. Karena itu untuk mengetahui kompetensi apa saja yang dikuasai oleh siswa responden dan tingkat kemahiran sang responden, diperlukan kumpulan estimasi dari berbagai tingkat kesulitan butir soal dan tingkat kemampuan responden. Langkah selanjutnya adalah pembuatan Kurva Karakteristik Butir yang dibuat dengan menggunakan estimasi sebelumnya. Kurva Karakteristik Butir akan dianalisa untuk menemukan tingkat kompetensi yang dibutuhkan oleh responden pada umumnya untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut dengan benar. Semakin kurva butir condong ke kiri, maka pertanyaan tersebut akan diasumsikan lebih mudah, sedangkan ketika kurva butir semakin condong ke kanan maka pertanyaan tersebut akan diasumsikan sebagai lebih sulit. Dengan memberikan soal dengan tingkat kesulitan yang bervariasi dan berjumlah banyak, sebuah ujian dapat lebih membedakan seorang responden yang memiliki tingkat kemampuan lebih rendah dengan responden yang memiliki tingkat kemampuan lebih tinggi. Sebuah tes yang baik juga harus dapat membedakan individual dengan tingkat kemampuan rendah dengan individual lainnya yang tingkat kemampuannya lebih rendah lagi dari responden sebelumnya, begitu juga halnya dengan tingkat kemampuan tinggi.

Daya pembeda tersebut dapat didapatkan dari ujian dengan mencari nilai informasi ujian yang didapatkan dari nilai informasi per butir soal. Nilai informasi butir soal pada tingkat kemampuan responden yang berbeda dikumpulkan dan menjadi nilai informasi ujian untuk tingkat kemampuan siswa tertentu. Langkah pertama adalah dengan menghitung nilai informasi butir untuk sekumpulan tingkat

kemampuan siswa. Tingkat kemampuan siswa yang dipilih untuk menjadi acuan adalah -1.5, -1, -0.5, 0, 0.5, 1, dan 1.5. Nilai informasi butir untuk butir soal  $I$  pada tingkat kemampuan  $\theta$  atau  $I(\theta)$  didapatkan dengan mengalikan probabilitas seorang responden dengan tingkat kemampuan  $\theta$  dapat menjawab butir soal tersebut dengan benar ( $P_i(\theta)$ ) dengan probabilitas responden tersebut menjawabnya dengan salah ( $1 - P_i(\theta)$ ). Persamaan yang digunakan untuk pencarian nilai informasi butir soal dapat dilihat pada (3.4).

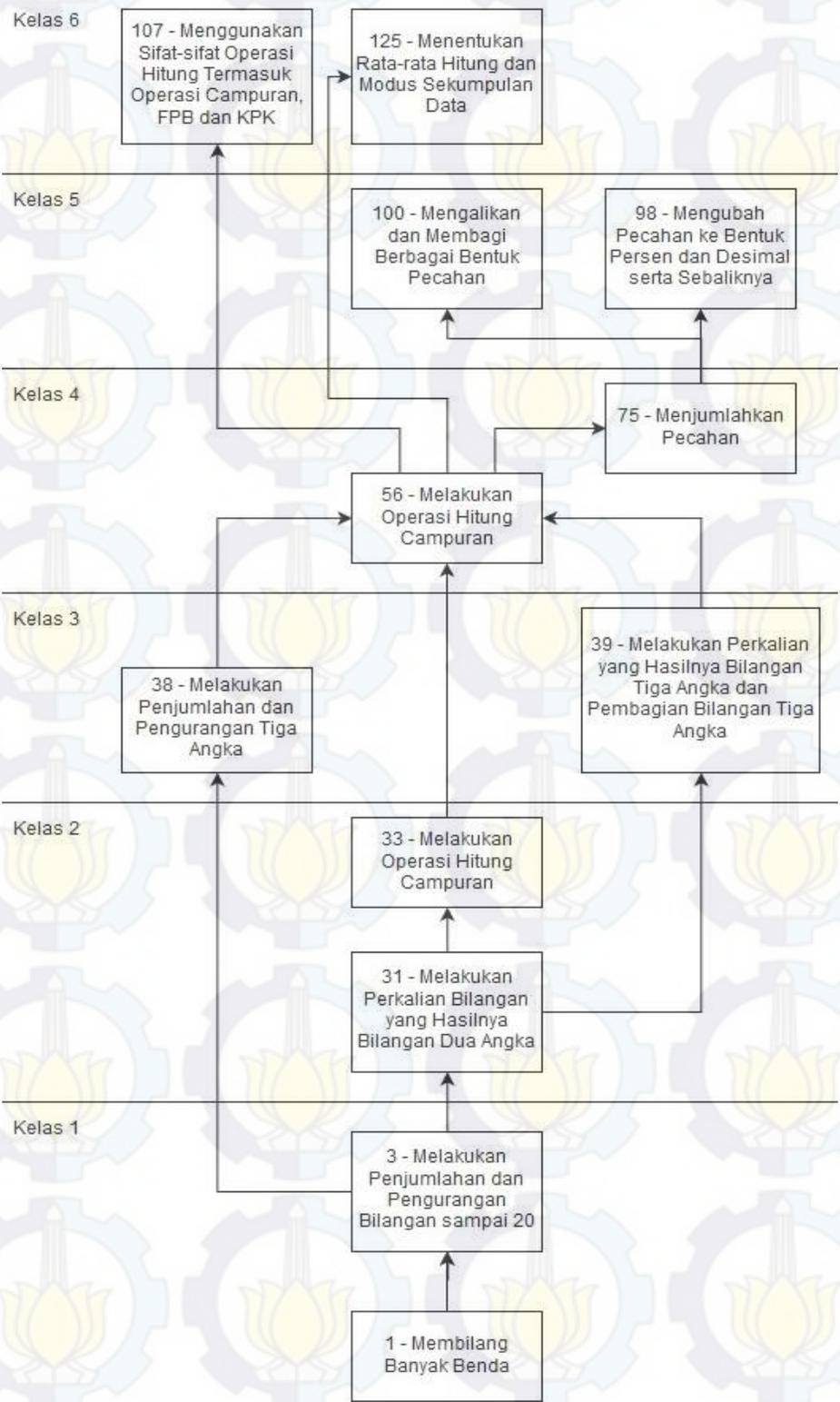
$$I(\theta) = P_i(\theta) (1 - P_i(\theta)) \quad (3.4)$$

Nilai informasi yang lebih tinggi menandakan kualitas psikometrik yang lebih baik pada suatu tingkat kemampuan responden. Nilai psikometrik yang lebih tinggi inilah yang membuatnya diasumsikan lebih cocok untuk membedakan tingkat kemampuan dari responden yang berada di daerah tingkat kemampuan itu dengan lebih akurat dibandingkan pada tingkat kemampuan lainnya. Sebuah butir soal memiliki nilai informasi paling tinggi pada tingkat kesulitan soalnya sendiri, seperti estimasi Rasch Model sebelumnya.

Setelah mendapatkan nilai informasi butir dari setiap butir soal, seluruh nilai informasi butir soal tersebut dapat dijumlahkan untuk mendapatkan nilai informasi ujian. Nilai informasi ujian adalah kemahiran dari sebuah ujian dalam membedakan responden pada tingkat kemampuan tertentu. Nilai nilai informasi butir soal dan tes secara keseluruhan dapat divisualisasikan menjadi Kurva Informasi Butir dan Kurva Informasi Ujian yang dapat membantu analisa kompetensi selanjutnya.

### 3.5 Analisa Kompetensi

Data nilai informasi dan tes yang didapatkan digunakan untuk melakukan analisa kompetensi pada responden. Langkah awal adalah dengan memperjelas hubungan antara kompetensi yang digunakan pada kumpulan soal ujian. Hubungan dari 12 kompetensi yang digunakan pada kumpulan soal ujian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2:** Hubungan Antar Kompetensi

Kompetensi “1 - Membilang Banyak Benda” mencakup kemampuan seorang siswa dalam menyebutkan banyak suatu benda atau besar sebuah bilangan. Pertanyaan yang diberikan adalah pertanyaan yang paling mendasar, misalkan “Berapakah lambang bilangan dari tujuh? (7)”. Kompetensi kedua dari kelas 1 SD adalah “3 - Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Sampai 20”. Siswa diminta melakukan penjumlahan dan pengurangan dasar yang hasilnya tidak lebih dari angka 20, misalkan “ $7 + 3 = \dots$  (10)”. Kompetensi ini memiliki prasyarat kompetensi “1 - Membilang Banyak Benda” karena untuk dapat melakukan penjumlahan dan pengurangan seorang siswa harus dapat mengetahui bilangan apakah yang akan dijumlahkan dan dikurangi.

Kompetensi kelas 2 SD yang pertama adalah “31 – Melakukan Perkalian Bilangan yang Hasilnya Bilangan Dua Angka”. Kompetensi ini mengajak siswa untuk melakukan perkalian pada bilangan yang hasilnya tidak melebihi dua angka. Kompetensi “3 – Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan sampai 20” menjadi prasyarat dari kompetensi ini karena konsep dari perkalian sebenarnya adalah penjumlahan yang dilakukan berulang kali. Kompetensi kedua untuk kelas 2 SD adalah “33 – Melakukan Operasi Hitung Campuran”, dimana siswa diminta untuk melakukan operasi hitung yang memiliki operasi campuran, misalkan saja “ $7 \times 5 + 3 - 10$ ”. Prasyaratnya adalah kompetensi “3 – Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan sampai 20” karena untuk dapat melakukan operasi hitung campuran sudah seharusnya siswa menguasai seluruh operasi dasar yaitu penjumlahan, pengurangan, pengalian dan pembagian.

Untuk kompetensi kelas 3 SD, kompetensi pertama adalah “38 – Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Tiga Angka”. Kompetensi ini adalah pengembangan dari kompetensi “3 – Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan sampai 20”, namun kali ini angka yang digunakan mencapai tiga angka. Contoh pertanyaan yang diberikan adalah “ $273 + 127 = \dots$  (400)”. Kompetensi kedua adalah “39 – Melakukan Perkalian yang Hasilnya Bilangan Tiga Angka dan Pembagian Bilangan Tiga Angka”. Kompetensi ini merupakan pengembangan dari kompetensi “31 – Melakukan Perkalian Bilangan yang Hasilnya Bilangan Dua Angka”, dengan perbedaan angka yang digunakan (tiga angka). Contoh pertanyaan dari kompetensi ini adalah “ $12 \times 12 = \dots$  (144)”.

Kompetensi pertama kelas 4 SD adalah “56 – Melakukan Operasi Hitung Campuran”. Kompetensi ini memiliki nama yang mirip dengan kompetensi serupa pada kelas 2 SD, namun kompetensi ini adalah pengembangan dari kompetensi tersebut dengan menggunakan angka yang lebih besar dari sebelumnya. Contoh pertanyaan dari kompetensi ini adalah “ $300 / 10 \times 20 + 23 = \dots$  (623)”. Kompetensi kedua adalah “75 – Menjumlahkan Pecahan”. Kompetensi ini merupakan awal dari pengenalan siswa terhadap pecahan, yang merupakan sebuah angka yang dibagi dengan angka lainnya. Pemahaman konsep pecahan sendiri memiliki prasyarat penguasaan kompetensi “56 – Operasi Hitung Campuran” karena proses operasi penjumlahan pecahan memerlukan beberapa operasi dasar matematika untuk penyelesaiannya.

Kompetensi kelas 5 SD yang pertama adalah “98 – Mengubah Pecahan ke Bentuk Persen dan Desimal serta Sebaliknya”. Pada kompetensi ini siswa diajarkan konsep Persen dan Desimal serta hubungannya dengan pecahan, sehingga siswa dapat melakukan perubahan bentuk dari pecahan ke desimal atau persen dan sebaliknya. Contoh pertanyaan dari kompetensi ini adalah “ $4/5 = \dots \%$  (80)”. Kompetensi berikutnya adalah “100 – Mengalikan dan Membagi Berbagai Bentuk Pecahan”. Kompetensi ini mengajarkan proses pengalihan dan pembagian pecahan pada siswa. Prasyarat dari kedua kompetensi ini adalah kompetensi “75 – Menjumlahkan Pecahan” karena untuk memahami kedua kompetensi ini pemahaman siswa terhadap dasar dari pecahan sangat diperlukan.

Untuk kompetensi kelas 6 SD, kompetensi pertama adalah “107 – Menggunakan Sifat-sifat Operasi Hitung Termasuk Operasi Campuran, FPB dan KPK”. Kompetensi ini mengajarkan konsep Faktor Persekutuan Terbesar dan Kelipatan Persekutuan Terkecil pada siswa. Untuk memahami kedua konsep baru ini, siswa diminta untuk menguasai kompetensi pendahulunya yaitu “56 – Melakukan Operasi Hitung Campuran”, karena untuk menyelesaikan soal FPB dan KPK diperlukan berbagai operasi hitung dasar. Kompetensi “125 – Menentukan Rata-rata Hitung dan Modus Sekumpulan Data” adalah kompetensi kedua dari kelas 6 SD. Kompetensi ini mengajak siswa untuk menghitung rata-rata dari sekumpulan bilangan dan juga modus atau bilangan yang paling sering muncul dalam sederetan bilangan.

Analisa mengasumsikan apabila seorang siswa belum menguasai kompetensi yang diperlukan untuk kompetensi dari butir soal yang bersangkutan dan tidak dapat menjawab setengah dari pertanyaan masing-masing kompetensi (3 pertanyaan) maka besar kemungkinan siswa belum menguasai kompetensi tersebut. Apabila siswa berhasil menjawab pertanyaan sulit dengan benar namun salah dalam menjawab pertanyaan sejenis ataupun pertanyaan dengan kompetensi yang merupakan persyaratan pemahaman dari kompetensi yang bersangkutan, maka jawaban tersebut dapat diasumsikan sebagai Guessing atau Menduga-duga. Karena sifat dari pilihan ganda itu sendiri dimana responden dapat tetap memiliki kemungkinan untuk memilih jawaban yang benar secara acak walaupun sebenarnya tidak dapat menjawab dengan benar, maka penandaan guessing ini diperlukan untuk benar-benar membedakan siswa yang benar-benar menguasai kompetensi tersebut dengan siswa yang hanya menebak saja.

### **3.6 Validasi Metode dengan Pakar Pendidikan**

Metode yang diajukan sudah divalidasikan pada pakar pendidikan. Faktor pertama yaitu faktor jumlah nilai benar adalah faktor yang benar menurut pakar pendidikan, yang dapat disesuaikan dengan standar nilai dari masing-masing sekolah. Faktor kedua yaitu faktor Telah Menguasai Kompetensi Prasyarat juga merupakan sebuah faktor yang valid karena memang sudah seharusnya seorang pelajar menguasai kompetensi prasyarat dari kompetensi yang sedang diajarkan, yang apabila tidak dimengerti dengan benar oleh siswa akan menyebabkan jawaban yang tidak benar. Faktor ketiga yaitu faktor kemampuan dalam menjawab soal serupa dengan tingkat kesulitan yang mirip atau lebih mudah juga dinyatakan sebagai faktor yang valid oleh pakar pendidikan Matematika SD, karena apabila seorang siswa dapat menjawab sebuah soal dengan tingkat pemahaman yang lebih sulit, sudah seharusnya siswa tersebut dapat memahami pertanyaan dengan tingkat pemahaman yang setingkat atau lebih mudah.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini hasil dari penelitian dan analisis akan dipaparkan. Analisis dan hasil dari metode yang dipaparkan pada bab 3 akan digunakan dan diperjelas pada bab ini.

#### 4.1 Aspek Desain Permainan

Permainan memiliki *genre* kuis. Permainan kuis dipilih karena bentuknya yang mendekati tipe soal yang umum digunakan yaitu pilihan ganda, akurasi dari jawaban yang didapatkan, juga kemudahan untuk dipahami oleh siswa. Permainan dibuat tanpa sistem nyawa dan waktu. Sistem nyawa dapat mengakibatkan pengambilan data yang tidak sempurna akibat permainan yang terhenti di tengah jalan. Sistem waktu memiliki kekurangan yang sama ditambah dengan menambah variabel yang harus diperhitungkan karena besar kemungkinan anak-anak akan terburu-buru dalam menyelesaikan soal atau sebenarnya mengerti pembahasan soal tersebut namun tidak memiliki cukup waktu untuk mengerjakan soal tersebut karena batasan waktu yang diberikan.

Permainan mengacak soal secara keseluruhan saat permainan dimulai. Hal ini dilakukan untuk memberikan kesenjangan soal yang didapatkan antara siswa yang berdekatan sehingga para siswa lebih sulit dalam melakukan kecurangan, apabila ada. Urutan yang diacak juga mengurangi rasa bosan yang dirasakan siswa karena mengerjakan soal yang mirip terus menerus secara berurutan. Pengacakan soal juga memberikan jeda waktu antara soal yang bertipe mirip sehingga apabila siswa memberikan jawaban dengan menduga-duga mereka akan lebih kesulitan untuk menyamakan dugaan mereka dengan sebelumnya sehingga jawaban tipe menduga-duga dapat lebih dikenali. Permainan juga tidak memperbolehkan siswa kembali ke pertanyaan yang sudah dijawab agar siswa tidak dapat mengubah dugaannya ataupun mengingat dugaan sebelumnya jika menjawab dengan menduga-duga. Desain soal yang memiliki banyak soal yang mirip juga memberikan kemudahan yang lebih dalam menemukan jawaban menduga-duga.

## 4.2 Skenario Data

Data diambil dari hasil pemakaian aplikasi permainan kuis pada siswa kelas 5 SDN Putat Gede 1 Surabaya. Jumlah siswa yang menjadi responden adalah 79 siswa yang terdiri dari 41 siswa laki-laki dan 38 siswa perempuan. Data yang diambil adalah data benar atau salahnya respons yang diberikan oleh setiap siswa responden kepada 60 pertanyaan yang ada pada kumpulan soal ujian.

Sebagai sampel dalam analisis, 5 anak akan dipilih. Lima anak yang dipilih diambil dari posisi tingkat kemampuan mereka. Tingkat kemampuan yang dipilih adalah tingkat kemampuan teratas, terbawah, menengah, menengah atas dan menengah bawah. Data lima siswa yang dipilih untuk dijadikan sampel analisis dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1:** Sampel Analisis

Ranking Tingkat Kemampuan Siswa	Nama	Persentase Kebenaran	Tingkat Kemampuan Siswa
1	Nesya	0.77	1.189584067
7	Rivania	0.62	0.619039208
50	Juwita	0.5	0
76	Surya	0.35	-0.619039208
79	Syahrul	0.22	-1.2852

## 4.3 Analisis Keakuratan Kumpulan Soal

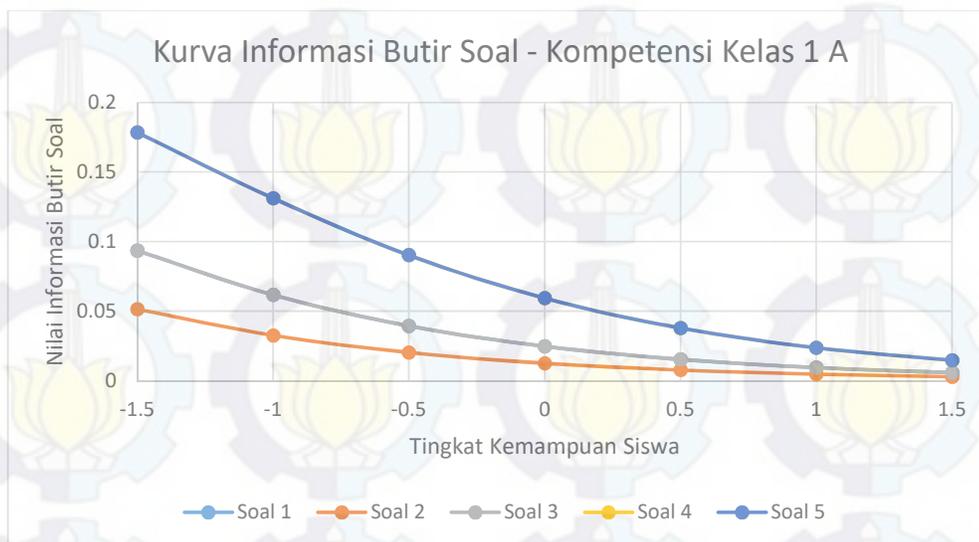
Pertama-tama kalkulasi nilai estimasi tingkat kemampuan siswa dari setiap siswa responden dilakukan. Persebaran tingkat kemampuan siswa pada 79 siswa kelas 5 SDN Putat Gede 1 yang menjadi responden dapat dilihat pada Gambar 4.1.



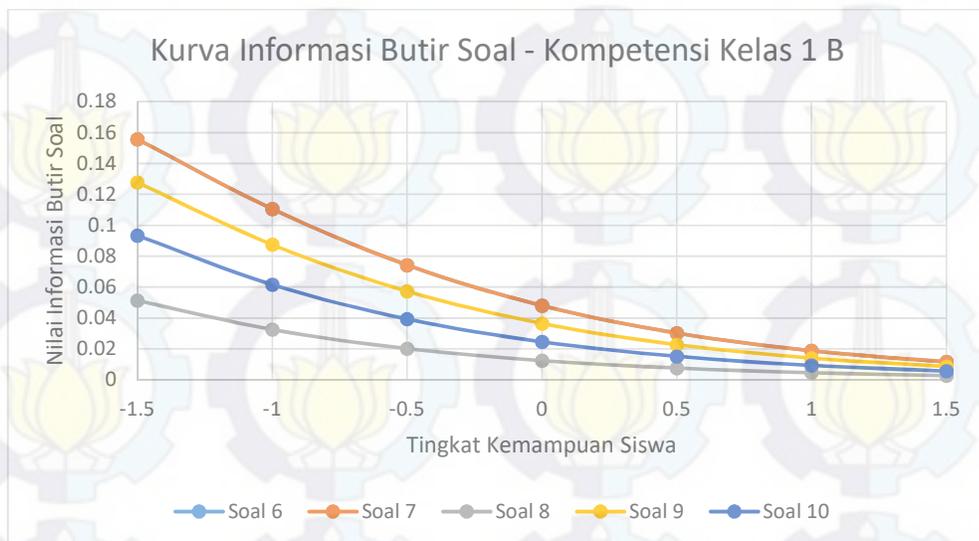
**Gambar 4.1:** Persebaran Tingkat Kemampuan Siswa SDN 1 Putat Gede

Sebanyak 27 anak memiliki tingkat kemampuan siswa dibawah rata-rata, dan sebanyak 47 anak memiliki tingkat kemampuan siswa diatas rata-rata. Anak dengan nilai estimasi tingkat kemampuan siswa tertinggi memiliki nilai tingkat kemampuan siswa 1.189584067 dengan persentase kebenaran jawaban 0.77, sedangkan anak dengan nilai estimasi tingkat kemampuan siswa terendah memiliki nilai tingkat kemampuan siswa -1.2852 dengan persentasi jawaban benar 0.22. Langkah selanjutnya adalah mengukur tingkat kesulitan soal dari soal-soal yang digunakan pada kumpulan soal ujian. Hasil pengukuran soal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.





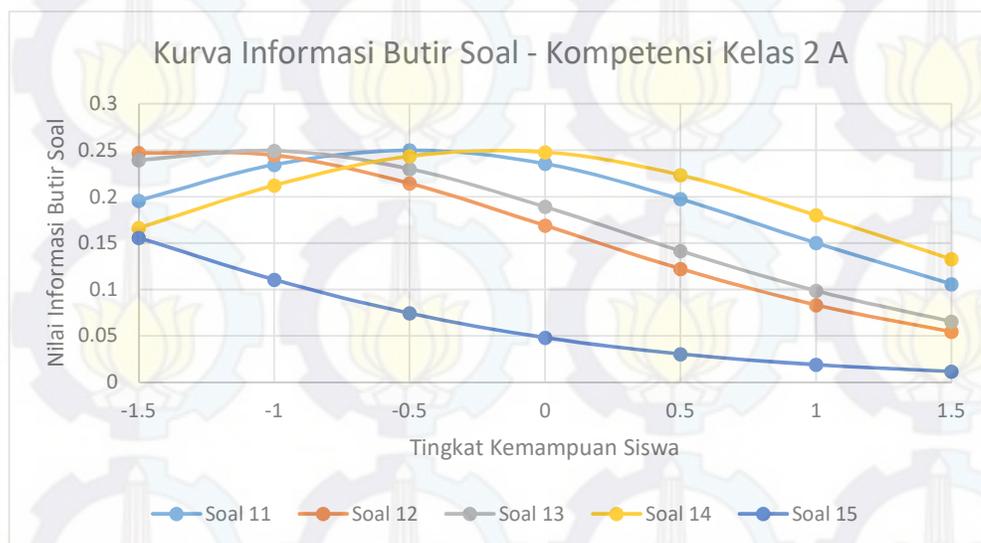
**Gambar 4.3:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 1 - Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Bilangan Sampai 20



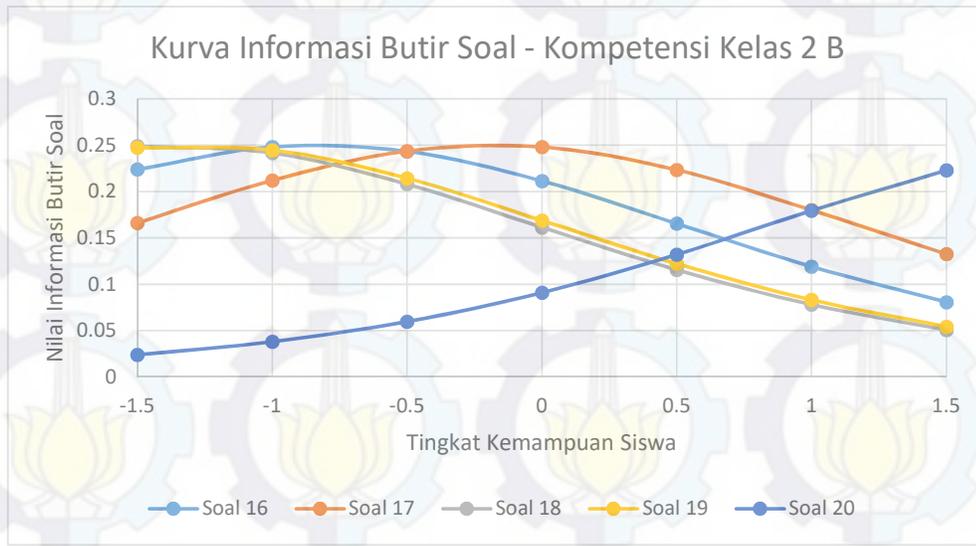
**Gambar 4.4:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 1 - Membilang Banyak Benda

Gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan nilai informasi dari soal nomor 1 sampai dengan nomor 10 yang mewakili 2 kompetensi kelas 1. Karena soal merupakan kompetensi kelas 1 sedangkan responden merupakan siswa kelas 5, pertanyaan menjadi sangat mudah bagi kebanyakan responden. Namun masih ada beberapa responden dengan tingkat kemampuan rendah (antara tingkat -1.5 dan tingkat -1) yang mengalami kesulitan dalam menjawab pertanyaan tersebut dengan benar. Hal ini menunjukkan bahwa soal nomor 1 hingga 10 memiliki kemampuan yang baik dalam membedakan siswa dengan tingkat kemampuan rendah.

Kurva informasi butir soal yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan nilai informasi dari kompetensi kelas 2 SD. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kumpulan soal kompetensi pertama kelas 2 SD yaitu melakukan perkalian bilangan yang hasilnya bilangan dua angka dapat dinilai dengan baik, terutama pada tingkat kemampuan siswa menengah dan menengah kebawah. Kurva pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa kompetensi kedua kelas 2 SD yaitu melakukan operasi hitung campuran sudah terwakili secara cukup merata baik untuk tingkat kemampuan siswa rendah maupun tinggi.

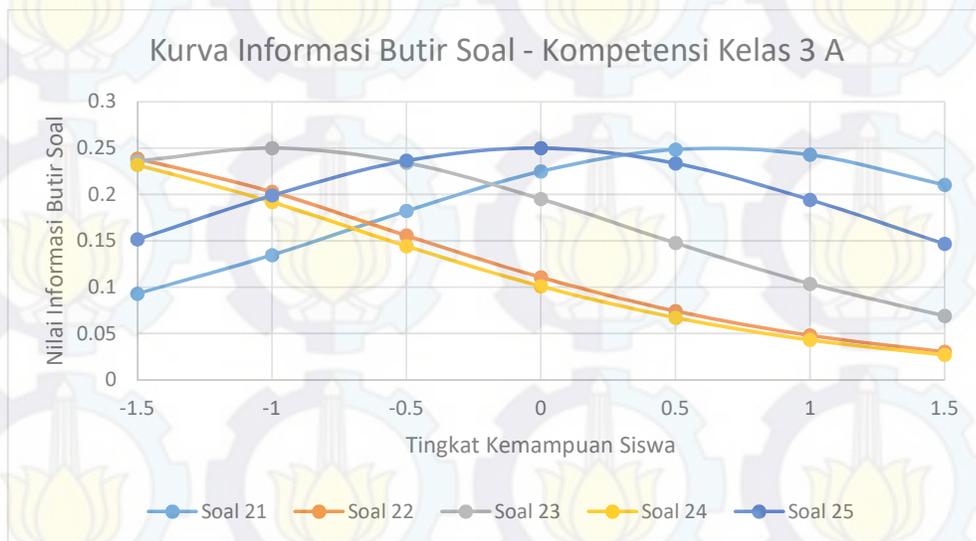


**Gambar 4.5:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 2 - Melakukan Perkalian Bilangan yang Hasilnya Bilangan Dua Angka

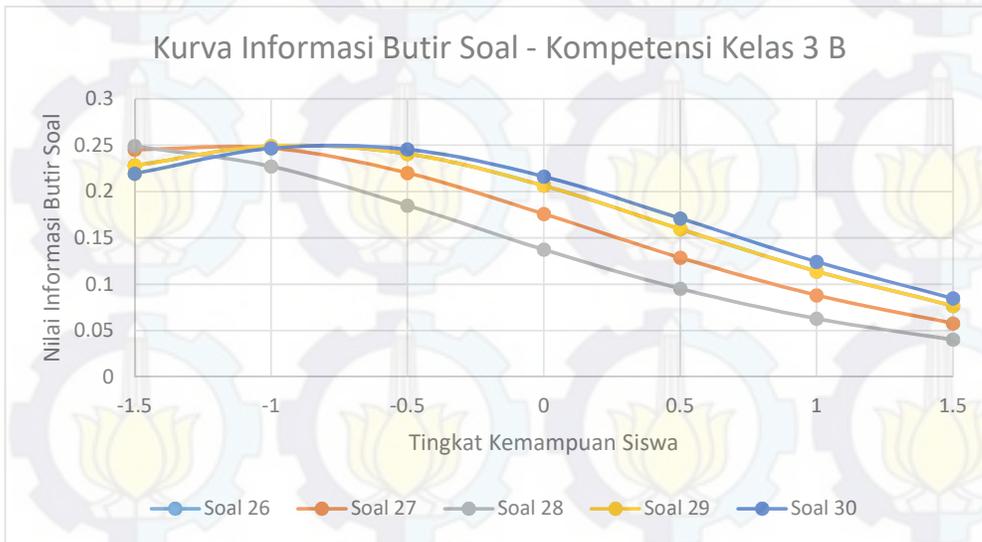


**Gambar 4.6:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 2 - Melakukan Operasi Hitung Campuran

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa kumpulan soal kompetensi kelas 3 kompetensi pertama juga mencakup seluruh tingkat kemampuan siswa dengan merata. Sedangkan pada Gambar 4.8 terlihat bahwa soal kompetensi kelas 3 yang kedua lebih cocok digunakan untuk tingkat kemampuan siswa menengah kebawah.

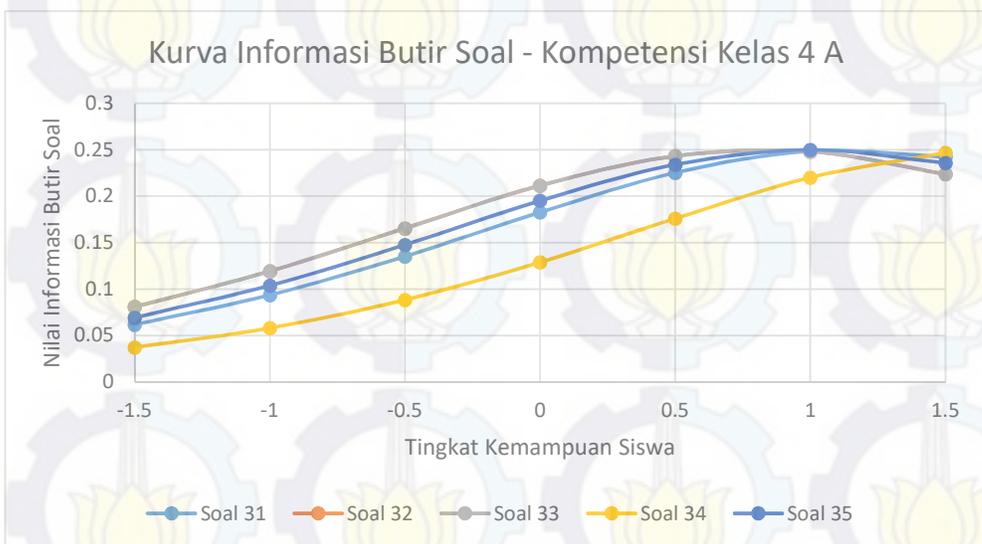


**Gambar 4.7:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 3 - Melakukan Penjumlahan dan Pengurangan Tiga Angka



**Gambar 4.8:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 3 - Melakukan Perkalian yang Hasilnya Bilangan Tiga Angka dan Pembagian Bilangan Tiga Angka

Kurva informasi butir soal pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa soal-soal dari kompetensi pertama kelas 4 lebih cocok digunakan untuk membedakan siswa dengan tingkat kemampuan menengah keatas.

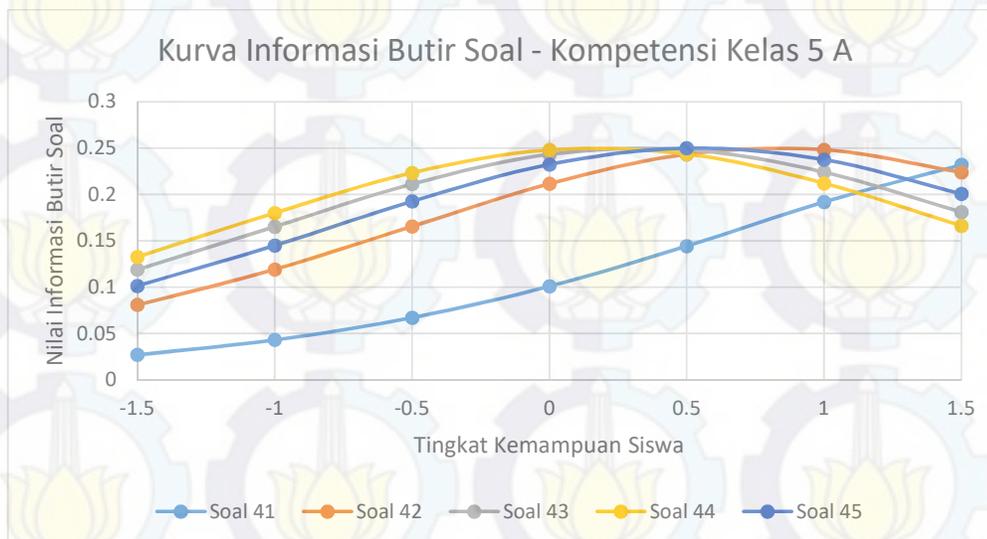


**Gambar 4.9:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 4 - Menjumlahkan Pecahan

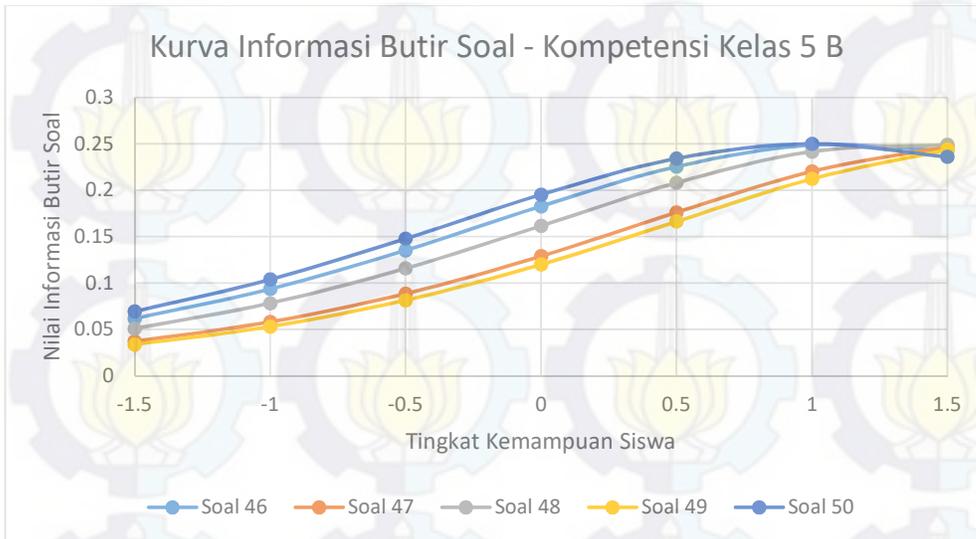


**Gambar 4.10:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 4 - Melakukan Operasi Hitung Campuran

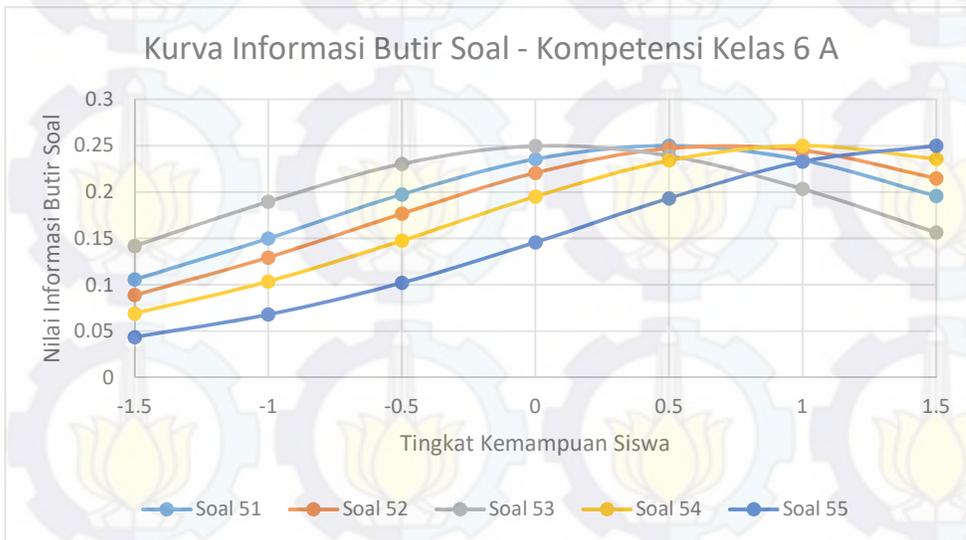
Gambar 4.10 memaparkan kurva informasi butir untuk kompetensi kelas 4 yang kedua. Dapat dilihat kumpulan soal untuk kompetensi kelas 4 yang kedua menunjukkan bahwa kumpulan soal kompetensi ini lebih cocok digunakan untuk membedakan responden dengan tingkat kemampuan menengah keatas,



**Gambar 4.11:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 5 - Mengalikan dan Membagi Berbagai Bentuk Pecahan



**Gambar 4.12:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 5 - Mengubah Pecahan ke Bentuk Persen dan Desimal Serta Sebaliknya



**Gambar 4.13:** Kurva Informasi Butir Soal - Kompetensi Kelas 6 - Menggunakan Sifat-sifat Operasi Hitung Termasuk Operasi Campuran, FPB dan KPK



**Gambar 4.14:** Kurva Informasi Butir Soal – Kompetensi Kelas 6 - Menentukan Rata-rata Hitung dan Modus Sekumpulan Data

Gambar 4.11, 4.12, 4.13 dan 4.14 menunjukkan kesamaan dimana kumpulan soal diasumsikan lebih cocok untuk membedakan siswa dengan kemampuan menengah keatas. Hal ini cocok dengan kondisi pengambilan data dimana seluruh siswa responden adalah siswa SD kelas 5 semester awal, yang menyebabkan responden belum mendapatkan bahan pelajaran kelas 5 dan kelas 6 yang digunakan pada kumpulan soal. Hal ini tidak menutup kemungkinan bahwa siswa dapat menjawab pertanyaan, karena ada cukup banyak siswa yang berhasil memahami pertanyaan yang diberikan murni dari pemahaman mereka sendiri berdasarkan kompetensi-kompetensi lain yang sudah mereka pelajari. Banyaknya siswa yang tidak dapat menjawab soal-soal kelas 5 dan 6 ini menyebabkan seluruh kurva informasi condong ke kanan.

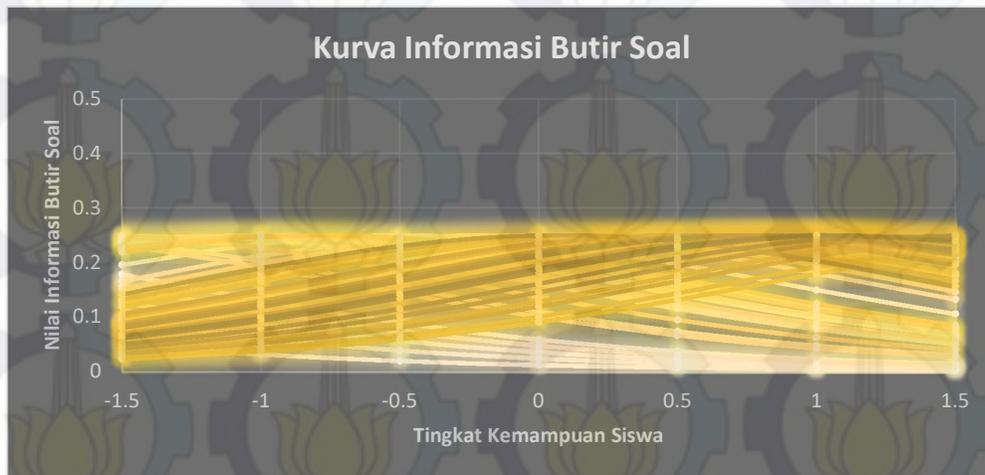
Setelah pembuktian pada kemampuan pembedaan dari keseluruhan ujian dilakukan, kurva karakteristik butir soal dan ujian secara keseluruhan dapat dibuat. Kurva karakteristik butir soal milik kumpulan soal ujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.15.



**Gambar 4.15:** Kurva Karakteristik Butir Soal Ujian

Kurva karakteristik butir soal yang diolah dari perhitungan probabilitas jawaban benar milik 60 soal dalam kumpulan soal ujian menunjukkan bahwa kumpulan soal ujian memiliki probabilitas jawaban benar yang merata untuk sebagian besar tingkat kemampuan siswa. Siswa dengan tingkat kemampuan yang sedikit lebih tinggi dari tingkat kemampuan siswa tertinggi di kelas yang digunakan sebagai sampel (tingkat kemampuan 1.5 dibandingkan dengan tingkat tertinggi di kelas 5 SDN Putat Gede 1 yaitu 1.2) masih memiliki cukup banyak item yang memiliki persentase kemungkinan jawaban benar dibawah 50% yang menandakan kumpulan soal cukup valid untuk membedakan kemampuan siswa pada tingkat kemampuan tinggi sekalipun.

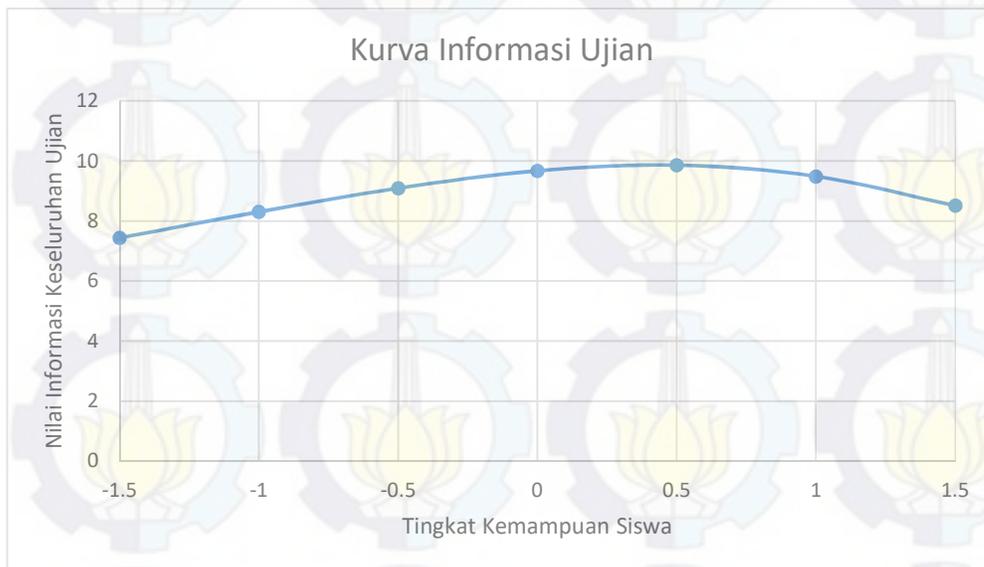
Langkah selanjutnya adalah mencari nilai informasi butir soal dan kumpulan soal ujian. Nilai informasi yang tinggi menandakan bahwa butir soal tersebut baik digunakan untuk membedakan siswa pada tingkat kemampuan tersebut. Idealnya sebuah kumpulan soal harus memiliki soal dengan nilai informasi yang tersebar merata mulai dari tingkat kemampuan terkecil ke terbesar agar hasil ujian dapat membedakan dan mengelompokkan siswa dengan tingkat kemampuan rendah, sedang dan tinggi dengan baik dan akurat. Kurva Informasi Butir Soal dapat ditemukan pada Gambar 4.16.



**Gambar 4.16:** Kurva Informasi Butir Soal Dari 60 Soal Kumpulan Soal Ujian

Kurva informasi butir soal yang diolah dengan menggunakan data dari 60 soal kumpulan soal ujian membuktikan bahwa kumpulan soal dapat membedakan responden dengan tingkat kemampuan rendah dan tinggi, dan dapat membedakan lebih jauh antara sesama responden tingkat rendah, sedang maupun tinggi. Melalui kurva ini juga dapat dilihat alur peningkatan kesulitsan soal yang meningkat seiring dengan meningkatnya tingkat kelas kompetensi, dapat dilihat dengan perubahan warna putih (kompetensi paling dasar yaitu kelas 1 SD) menjadi warna kuning (kompetensi tengah, yaitu kelas 3 dan 4 SD) yang lalu menjadi warna kuning gelap – hitam (kompetensi akhir yaitu kelas 6 SD)/ Kurva menunjukkan bahwa puncak kompetensi putih berada di kiri kurva, yang perlahan bergerak ke kanan seiring dengan menggelapnya warna garis pada kurva yang menandakan peningkatan tingkat kesulitsan kompetensi tersebut.

Pembuktian lebih lanjut didapatkan dengan mengolah data informasi butir soal tersebut menjadi data informasi ujian. Data ini didapatkan dengan menjumlahkan seluruh nilai informasi butir soal pada tingkat kemampuan siswa yang sama. Semakin tinggi nilai dari nilai informasi ujian tersebut, maka semakin tinggi pula kemampuan sebuah kumpulan soal dalam membedakan sekumpulan responden dengan tingkat kemampuan yang setingkat. Kurva informasi ujian dapat dilihat pada Gambar 4.17.



**Gambar 4.17:** Kurva Informasi Ujian Dari 60 Soal Kumpulan Soal Ujian

Kurva informasi ujian ini menunjukkan bahwa kumpulan soal terbukti memiliki kemampuan yang baik untuk membedakan responden pada seluruh tingkat kemampuan yang dicakup oleh 79 anak SDN Putat Gede 1 karena tingkat kemampuan tertinggi pada sampel adalah 1.2 dan tingkat kemampuan terendah pada sampel adalah -1.3. Kurva menunjukkan bahwa kumpulan soal paling efektif digunakan untuk menguji siswa dengan tingkat kemampuan sedikit diatas rata-rata dengan nilai informasi ujian 9.86, dan kumpulan soal tetap menunjukkan nilai informasi yang baik pada nilai tingkat kemampuan siswa terbesar dan terkecil sekalipun, pada nilai informasi 8.5 untuk tingkat kemampuan 1.5 dan nilai informasi 7.4 pada tingkat kemampuan -1.5. Walaupun performa terburuk kumpulan soal adalah pada tingkat kemampuan -1.5, namun dengan nilai informasi diatas 70% ujian masih diasumsikan bekerja dengan baik pada tingkat kemampuan siswa yang disebutkan.

Seluruh pembuktian dari kurva informasi butir soal, kurva informasi ujian dan kurva informasi per kompetensi menunjukkan bahwa kumpulan soal yang digunakan valid dalam mengukur kompetensi pada setiap responden yang termasuk dalam tingkat kemampuan yang tercakup dalam pengambilan data.

#### 4.4 Hasil Analisis Kompetensi Siswa

Dengan terbuktinya keabsahan dari kumpulan soal dalam membedakan tingkat kemampuan siswa pada seluruh tingkat kemampuan yang tercakup dalam sampel data, maka analisa dapat mencapai langkah berikutnya, yaitu analisis kompetensi siswa. Analisis kompetensi siswa dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu dengan menggunakan probabilitas dari Rasch Model, pengecekan penguasaan kompetensi yang diperlukan sebagai syarat kompetensi lainnya,

##### 4.4.1 Skenario Pertama

Tabel 4.2: Data Sampel Responden Syahrul Sebelum Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Syahrul	1	1	0	1	1	4	MENGUASAI
Persentase Jawaban Benar	0.216666667	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	-1.285198244	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20	1	BELUM MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25	2	BELUM MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30	0	BELUM MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35	0	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40	2	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45	0	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50	1	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55	0	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60	3	MENGUASAI

Skenario pertama menggunakan data dari responden bernama Syahrul yang memiliki nilai estimasi tingkat kemampuan siswa paling rendah diantara 79 siswa yang menjadi responden. Data Syahrul terlampir pada Tabel 4.2.

Warna pada tabel mengindikasikan tingkat kesulitan soal. Soal dengan latar belakang hijau adalah soal dengan tingkat kesulitan mudah ( $\beta_i > 70\%$ ), latar belakang kuning berarti soal bertingkat kesulitan sedang ( $70\% \geq \beta_i > 30\%$ ), dan latar belakang merah menandakan soal dengan tingkat kesulitan sulit ( $30\% \geq \beta_i$ ).

Berdasarkan syarat dasar bahwa seorang siswa dianggap sudah menguasai sebuah kompetensi apabila berhasil menjawab dengan benar paling sedikit setengah dari jumlah soal untuk kompetensi tersebut, maka Syahrul dinyatakan tidak lulus pada 10 dari 12 kompetensi. Kompetensi dimana dia dinyatakan lulus adalah kompetensi pertama kelas satu dan kompetensi kedua kelas enam. Data dari Syahrul mengindikasikan bahwa Syahrul menjawab hampir semua pertanyaan dengan menduga-duga, karena banyak sekali poin dimana Syahrul belum menguasai kompetensi prasyarat namun berhasil menjawab dengan benar walaupun tidak berhasil mencapai syarat jawaban benar per kompetensi melebihi 50% dari soal kompetensi tersebut. Syahrul juga dinyatakan telah menguasai kompetensi kedua di kelas enam padahal dia sama sekali belum menguasai kompetensi yang menjadi syarat dari kompetensi yang berhasil dijawab dengan benar tersebut. Hasil dari kalkulasi probabilitas Rasch Model memberikan nilai 6.7% untuk kemungkinan Syahrul menjawab soal nomor 58 dengan benar, nilai 8% untuk kemungkinan Syahrul menjawab soal nomor 59 dengan benar, dan nilai 8.5% untuk kemungkinan Syahrul menjawab soal nomor 60 dengan benar. Soal yang dijawab Syahrul dengan salah, yaitu soal nomor 56 dan 57 pada kompetensi yang sama, memiliki tingkat kesulitan sedang dibanding dengan ketiga soal sebelumnya yang memiliki tingkat kesulitan sulit, dan kemungkinan untuk dapat dijawab dengan benar oleh Syahrul menurut Rasch Model lebih tinggi, dengan persentase masing-masing 11.4% dan 10.8%, namun Syahrul tidak berhasil menjawab pertanyaan tersebut. Dengan didasarkan pada kecilnya kemungkinan yang dikeluarkan oleh perhitungan Rasch Model, ketidakdapatannya Syahrul dalam menjawab pertanyaan tingkat Sedang pada kompetensi yang sama, dan fakta bahwa Syahrul tidak menguasai kompetensi yang diperlukan untuk menjawab ketiga nomor tersebut, maka Syahrul dapat dinyatakan

menjawab soal nomor 58, 59 dan 60 dengan menduga-duga sehingga Syahrul dinyatakan tidak menguasai kompetensi kedua untuk kelas enam.

Hasil dari analisis kompetensi Syahrul menyatakan bahwa Syahrul menguasai kompetensi pertama pada tingkat kelas satu SD, dan tidak menguasai kesebelas kompetensi lainnya yang dievaluasi pada kumpulan soal yang digunakan pada penelitian ini. Pada awalnya Syahrul berhasil mencapai syarat kelulusan dasar dari kompetensi kedua kelas enam SD, namun setelah dilakukan analisa lebih lanjut pada jawaban yang diberikan oleh Syahrul maka jawaban benar yang diberikan pada nomor 58, 59 dan 60 tersebut dinyatakan sebagai jawaban menduga-duga atau *guessing*. Perubahan pada data penguasaan kompetensi responden Syahrul dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3:** Data Sampel Responden Syahrul Setelah Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Syahrul	s01	s02	s03	s04	s05		
Persentase Jawaban Benar	1	1	0	1	1	4	MENGUASAI
0.216666667	s06	s07	s08	s09	s10		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
-1.285198244	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	0	0	0	0	1	1	BELUM MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	1	1	0	0	2	BELUM MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	0	0	1	0	1	2	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	1	0	0	0	0	1	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	1	1	1	3	BELUM MENGUASAI

#### 4.4.2 Skenario Kedua

Skenario kedua analisis menggunakan data jawaban dari responden siswa bernama Surya. Data dari responden Surya diambil untuk mewakili data dari responden siswa dengan tingkat kemampuan siswa menengah kebawah. Surya menduduki peringkat 76 dari 79 siswa yang menjadi responden dengan tingkat kemampuan siswa  $-0.619039208$  dan persentase kebenaran jawaban 35%. Data respons Surya dapat dilihat dengan lengkap pada Tabel 4.4.

Dengan menggunakan syarat dasar kelulusan kompetensi yang biasa digunakan di sekolah dasar, Surya dinyatakan lulus pada 4 kompetensi yang ada diantara keseluruhan 12 kompetensi. Hal yang menarik dari data responden Surya ini adalah karena dia dinyatakan belum menguasai kompetensi pertama kelas satu SD yaitu “Melakukan penjumlahan dan pengurangan bilangan sampai 20” dan juga kompetensi lanjutannya pada kompetensi pertama kelas tiga SD yaitu “Melakukan penjumlahan dan pengurangan tiga angka”, namun dia berhasil mendapat lebih dari 2 jawaban benar dari kompetensi yang memerlukan kedua kompetensi itu, yaitu kompetensi pertama kelas dua SD “Melakukan perkalian bilangan yang hasilnya bilangan dua angka”, kompetensi kedua kelas dua SD “Melakukan operasi hitung campuran”, dan kompetensi kedua kelas tiga SD “Melakukan perkalian yang hasilnya bilangan tiga angka dan pembagian bilangan tiga angka”.

**Tabel 4.4:** Data Sampel Responden Surya Sebelum Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Surya	0	1	1	0	0	2	BELUM MENGUASAI
Persentase Jawaban Benar	0.35	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	-0.619039208	1	0	1	1	4	MENGUASAI
	1	0	1	1	0	3	MENGUASAI
	0	0	0	1	0	1	BELUM MENGUASAI
	1	1	1	0	0	3	MENGUASAI
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	0	1	0	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	0	0	0	0	1	1	BELUM MENGUASAI

Perkalian adalah suatu bentuk penjumlahan yang dilakukan berkali-kali. Karena itu salah satu kompetensi prasyarat dari perkalian adalah penjumlahan. Jika anak dapat menjumlahkan bilangan, maka seharusnya anak tersebut dapat mengerti konsep perkalian dengan melakukan penjumlahan tersebut berkali-kali. Di antara soal kompetensi kedua kelas dua SD yang merupakan kompetensi penghitungan campuran, Surya berhasil menyelesaikan soal nomor 19 dengan benar. Soal nomor 19 tersebut memiliki 2 unit penjumlahan, karena itu seharusnya Surya tidak dapat menyelesaikan soal operasi campuran tersebut apabila Surya tidak dapat melakukan penjumlahan. Namun apabila Surya dikatakan dapat melakukan penjumlahan dengan benar, maka tidak seharusnya dia gagal pada kompetensi pertama kelas tiga SD yaitu penjumlahan dan pengurangan tiga angka.

Hasil perhitungan probabilitas Rasch Model untuk probabilitas Surya dengan kemampuannya menjawab soal nomor 1, 4 dan 5 yang merupakan soal yang sangat mudah masing-masing adalah 95.4%, 88.9% dan 88.9%. Surya berkemungkinan sangat tinggi untuk dapat menjawab soal tersebut dengan benar, namun dia mengalami kesalahan. Soal nomor 3 yang dijawab oleh responden Surya dengan benar adalah soal yang setipe dengan soal nomor 1 yang salah, karena itu apabila Surya dapat menjawab soal nomor 3, seharusnya Surya dapat menjawab soal nomor 1, Surya juga mengalami kesalahan pada soal nomor 5 yang juga sejenis. Pada kompetensi kedua kelas dua SD operasi hitung campuran, Surya melakukan kesalahan pada soal nomor 17 dan 20, yang bersama dengan soal nomor 19 adalah soal operasi hitung campuran yang memiliki penjumlahan didalamnya. Karena itu dapat diasumsikan bahwa Surya tidak dapat melakukan operasi penjumlahan dengan baik.

Berdasarkan asumsi tersebut, maka jawaban Surya pada soal nomor 3 dan 19 dapat dikatakan sebagai jawaban menduga-duga atau *guessing*, dan karena setelah dugaan tersebut Surya hanya memiliki sisa 2 nomor yang dijawab dengan benar pada kompetensi tersebut, maka Surya dapat dikatakan belum menguasai kompetensi kedua kelas dua SD, operasi hitung campuran. Namun hal ini membuktikan bahwa ada anak-anak yang tidak terbelenggu dengan pengertian konvensional, karena Surya yang belum dapat menguasai metode penjumlahan ternyata sudah dapat melakukan perkalian dengan baik dan benar. Perubahan estimasi penguasaan kompetensi milik responden Surya dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5:** Data Sampel Responden Surya Setelah Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Surya	0	1	1	0	0	2	BELUM MENGUASAI
Persentase Jawaban Benar	s06	s07	s08	s09	s10		
0.35	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
-0.619039208	1	0	1	1	1	4	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	1	0	1	1	0	3	BELUM MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	0	0	1	0	1	BELUM MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	1	0	0	3	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	0	1	0	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	0	0	1	1	BELUM MENGUASAI

#### 4.4.3 Skenario Ketiga

Skenario ketiga menggunakan data dari siswa bernama Juwita. Juwita mewakili data dari responden siswa dengan tingkat kemampuan siswa menengah. Juwita menduduki peringkat ke 50 dari 79 siswa dengan tingkat kemampuan siswa 0, yang berarti Juwita mampu menjawab setengah dari kumpulan soal yang diberikan dengan benar. Data dari respons jawaban yang diberikan oleh Juwita dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6:** Data Sampel Responden Juwita Sebelum Analisis

Nama						Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Juwita	s01	s02	s03	s04	s05		
Persentase Jawaban Benar	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
0.5	s06	s07	s08	s09	s10		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
0	1	0	1	1	1	4	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	0	0	1	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	0	0	1	3	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	1	0	0	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	0	1	0	0	1	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	1	1	1	3	MENGUASAI

Responden Juwita diasumsikan menguasai 6 kompetensi dari 12 kompetensi yang ada pada kumpulan soal berdasarkan syarat tunggal yakni jawaban yang benar pada suatu kompetensi melebihi 50%. Kompetensi kedua dari kelas dua SD yang belum dikuasai oleh Juwita adalah kompetensi operasi hitung campuran. Setelah melihat kesamaan dari ketiga soal dimana responden Juwita mengalami kesalahan, yaitu soal 16, 17 dan 20, didapatkan kesamaan yaitu bahwa ketiga soal tersebut memerlukan pengertian tentang urutan pengerjaan aritmatika, dimana perkalian dan pembagian seharusnya didahulukan sebelum mengerjakan penjumlahan dan pengurangan. Hal ini berarti responden Juwita memang belum menguasai kompetensi operasi hitung campuran sesuai dengan asumsi awal.

Permasalahan yang sama seperti yang terjadi pada skenario satu kembali terjadi, yaitu responden berhasil menjawab tiga pertanyaan dari kompetensi kedua kelas enam dengan benar walaupun responden belum menguasai kompetensi-kompetensi sebelumnya. Perhitungan probabilitas jawaban benar dengan Rasch Model untuk tingkat kemampuan siswa milik Juwita ( $\theta_{juwita} = 0$ ) pada soal nomor 58, 59 dan 60 masing-masing adalah 20.3%, 24.1%, dan 25.3%. Sedangkan probabilitas Juwita menjawab soal nomor 56 dan 57 yang memiliki tema yang sama dengan soal nomor 58 (Rata-rata) masing-masing adalah 31.7% dan 30.4%. Atas dasar fakta bahwa Juwita belum menguasai kompetensi prasyarat dari kompetensi tersebut yaitu kompetensi kedua kelas empat SD dan fakta bahwa Juwita tidak dapat menjawab pertanyaan sejenis yang memiliki persentase kemungkinan jawaban benar yang lebih tinggi berdasarkan Rasch Model (soal nomor 56 dan 57), maka responden Juwita diasumsikan belum menguasai kompetensi kedua dari kelas enam SD, dan jawaban benar yang berhasil diberikan pada kompetensi tersebut adalah hasil menduga-duga atau *guessing*. Estimasi penguasaan kompetensi responden Juwita setelah analisis dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7:** Data Sampel Responden Juwita Setelah Analisis

Nama						Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Juwita	s01	s02	s03	s04	s05		
Persentase Jawaban Benar	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
0.5	s06	s07	s08	s09	s10		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
0	1	0	1	1	1	4	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	0	0	1	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	0	0	1	3	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	1	0	0	1	0	2	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	0	1	0	0	1	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	1	1	1	3	BELUM MENGUASAI

#### 4.4.4 Skenario Keempat

Skenario keempat menggunakan data jawaban dari responden Rivania, yang digunakan untuk mewakili data dari siswa responden yang memiliki tingkat kemampuan siswa menengah keatas. Rivania menduduki peringkat 7 dari 79 siswa responden. Nilai estimasi kemampuan siswa milik Rivania ( $\theta_{rivania}$ ) adalah 0.619039208 dengan rasio jawaban benar 65%. Data awal estimasi penguasaan kompetensi milik Rivania terdapat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8:** Data Sampel Responden Rivania Sebelum Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Rivania	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Persentase Jawaban Benar	s06	s07	s08	s09	s10		
0.65	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
0.619039208	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	1	1	1	1	0	4	MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	1	1	1	1	4	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	1	1	0	0	0	2	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	0	1	0	0	0	1	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	1	1	0	1	3	MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	1	1	0	1	0	3	MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	1	1	0	2	BELUM MENGUASAI

Rivania menguasai 8 dari 12 kompetensi kumpulan soal berdasarkan prasyarat bahwa jawaban benar dari Rivania melebihi 50%. Namun dari kedelapan kompetensi tersebut, Rivania tercatat telah menguasai kompetensi pertama kelas lima SD “Mengalikan dan membagi berbagai bentuk pecahan” dan kompetensi pertama kelas enam SD “Menggunakan sifat-sifat operasi hitung termasuk operasi campuran, FPB dan KPK.” Berdasarkan syarat kompetensi, seharusnya Rivania belum dapat menguasai kedua kompetensi tersebut karena Rivania belum menguasai kompetensi prasyarat kompetensi tersebut, yaitu kompetensi pertama kelas empat SD “Menjumlahkan pecahan” dan kompetensi kedua kelas empat SD “Melakukan operasi hitung campuran.” Selain itu Rivania gagal menjawab soal nomor 41 dan 44 dengan benar, walaupun soal tersebut merupakan soal yang setipe

dengan soal 42, 43 dan 45 yang berhasil dijawab dengan benar oleh Rivania. Soal nomor 43 juga melibatkan penjumlahan pecahan yang tidak dikuasai oleh Rivania, namun Rivania memberikan respons jawaban yang benar. Sama halnya dengan kompetensi pertama kelas enam SD, karena Rivania tidak dapat menjawab pertanyaan soal 53 dengan benar setelah menjawab soal nomor 52 dan 54 dengan benar, padahal ketiganya merupakan pertanyaan dengan tipe dan tema yang sangat berdekatan, yaitu FPB. Nilai estimasi probabilitas Rivania dalam menjawab soal nomor 52, 53 dan 54 masing-masing adalah 47.7%, 63.3%, dan 40.2%. Soal nomor 53 seharusnya merupakan pertanyaan termudah pada kelompok soal kompetensi tersebut, namun Rivania gagal menjawabnya dengan benar dan menjawab soal 52 dan 54 yang merupakan soal sejenis namun lebih sulit dengan benar. Seluruh aspek yang dipaparkan diatas memberikan asumsi bahwa Rivania memberikan jawaban dengan menduga-duga atau *guessing* untuk kompetensi tersebut. Karena hal itulah Rivania diestimasikan belum menguasai kompetensi pertama kelas lima SD dan kompetensi pertama kelas enam SD. Rivania diestimasikan menguasai 6 dari 12 kompetensi yang ada berdasarkan hasil analisis. Paparan estimasi akhir dari responden Rivania dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Data Sampel Responden Rivania Setelah Analisis

Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Rivania	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Persentase Jawaban Benar	s06	s07	s08	s09	s10		
0.65	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
0.619039208	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	1	1	1	1	0	4	MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	1	1	1	1	4	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	1	1	0	0	0	2	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	0	1	0	0	0	1	BELUM MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	1	1	0	1	3	BELUM MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	0	0	0	0	0	0	BELUM MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	1	1	0	1	0	3	BELUM MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	0	1	1	0	2	BELUM MENGUASAI

#### 4.4.5 Skenario Kelima

Skenario kelima dan terakhir menggunakan data dari hasil jawaban siswa responden bernama Nesya yang menempati peringkat tertinggi diantara siswa SDN Putat Gede 1 yang mengikuti ujian lainnya. Responden Nesya memiliki nilai estimasi tingkat kemampuan siswa ( $\mathcal{J}_{nesya}$ ) sebesar 1.189584067 dan persentase kebenaran jawaban sebesar 76.7%. Tabel 4.10 adalah tabel yang menunjukkan data lengkap dari responden Nesya.

**Tabel 4.10:** Data Sampel Responden Nesya Sebelum Analisis

Nama						Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Nesya	s01	s02	s03	s04	s05		
Persentase Jawaban Benar	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
0.766666667	s06	s07	s08	s09	s10		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
1.189584067	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s16	s17	s18	s19	s20		
	0	1	1	1	0	3	MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	1	1	1	1	4	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	0	1	1	4	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	1	0	1	0	0	2	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	1	1	1	0	1	4	MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	1	0	1	1	3	MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	1	1	1	1	0	4	MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	1	0	0	1	2	BELUM MENGUASAI

Berdasarkan tabel respons Nesya, Nesya diasumsikan menguasai 10 dari 12 kompetensi yang ada pada kumpulan soal ujian dalam penelitian ini. Nesya hanya belum menguasai kompetensi pertama kelas empat SD yaitu "Menjumlahkan pecahan" dan kompetensi kedua dari kelas enam SD yaitu "Menentukan rata-rata hitung dan modus sekumpulan data". Hal yang patut diperhatikan dari sampel responden Nesya ini adalah dia berhasil menjawab 3 dari 5 pertanyaan kompetensi pertama kelas lima SD dan menjawab seluruh pertanyaan kompetensi kedua kelas lima SD. Nesya berhasil menjawab seluruh kompetensi kedua dengan benar walaupun tidak dapat menjawab pertanyaan penjumlahan pecahan lebih dari 50%. Karena seluruh jawaban dari Nesya untuk kompetensi itu benar, maka Nesya tidak dapat diragukan melakukan jawaban menduga-duga atau *guessing*. Namun dapat

dilihat bahwa pada kompetensi pertama kelas lima SD Nesya hanya memiliki tiga jawaban yang benar, karena itu analisis lebih lanjut perlu dilakukan pada kompetensi tersebut tentang apakah Nesya melakukan jawaban *guessing* pada kompetensi tersebut dan apakah penyebabnya.

Setelah melakukan perbandingan pada pertanyaan yang dijawab dengan tidak benar oleh Nesya, ternyata soal nomor 41 dan soal nomor 43 adalah soal yang mengandung penjumlahan pecahan, sedangkan nomor yang berhasil dijawab dengan benar oleh Nesya mengandung pembagian pecahan (soal nomor 42 dan 45) dan perkalian pecahan (soal nomor 44). Selain itu pada kompetensi Menjumlahkan pecahan, Nesya dapat menjawab soal nomor 31 namun tidak dapat menjawab soal sejenis yaitu soal nomor 32 dan 35, lalu Nesya juga dapat menjawab soal nomor 33 namun tidak dapat menjawab pertanyaan sejenis yaitu soal nomor 34. Hasil perhitungan Rasch Model untuk soal nomor 34 dan 35 memang menunjukkan angka probabilitas jawaban benar yang lebih rendah daripada kemungkinan Nesya menjawab soal nomor 33, dimana soal nomor 33 memiliki probabilitas jawaban benar dari Nesya sebesar 58.9% dan soal nomor 34 dan 35 masing-masing memiliki nilai probabilitas jawaban benar Nesya 37% dan 54.3%. Seluruh fakta yang sudah didapatkan memberikan asumsi bahwa Nesya melakukan *guessing* pada bagian penjumlahan pecahan. Sesuai dengan estimasi awal, Nesya belum menguasai penjumlahan pecahan.

Karena Nesya diasumsikan tidak menguasai penjumlahan pecahan, pada awalnya estimasi bahwa Nesya menguasai kompetensi Mengalikan dan membagi berbagai bentuk pecahan diragukan. Namun sekarang terlihat jelas bahwa kesalahan Nesya yang terdapat pada nomor 41 dan 43 dikarenakan Nesya belum menguasai penjumlahan pecahan, namun Nesya sudah dapat melakukan perkalian dan pembagian pecahan dengan baik dan benar. Nomor 41 dan 43 adalah nomor yang terdiri dari operasi campur pecahan termasuk penjumlahan, sehingga Nesya tidak dapat menjawabnya dengan benar, namun nomor 42, 44 dan 45 adalah operasi campur pecahan yang terdiri dari perkalian dan pembagian sehingga Nesya dapat menjawabnya. Mirip dengan skenario Surya, Nesya adalah siswa yang menguasai perkalian pecahan padahal belum sepenuhnya menguasai penjumlahan pecahan. Tabel 4.11 menunjukkan data Nesya yang sudah dikonfirmasi oleh metode.

**Tabel 4.11:** Data Sampel Responden Nesya Setelah Analisis

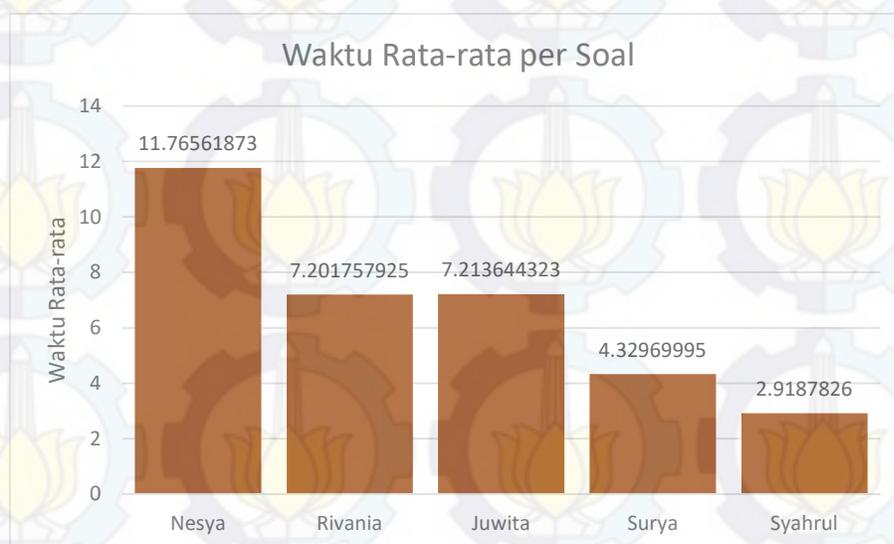
Nama	s01	s02	s03	s04	s05	Jumlah Jawaban Benar per Kompetensi	Menguasai karena B > 50%?
Nesya	s01	s02	s03	s04	s05		
Persentase Jawaban Benar	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
0.76666667	s06	s07	s08	s09	s10		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
Nilai Estimasi Kemampuan Siswa	s11	s12	s13	s14	s15		
1.189584067	s16	s17	s18	s19	s20		
	0	1	1	1	0	3	MENGUASAI
	s21	s22	s23	s24	s25		
	0	1	1	1	1	4	MENGUASAI
	s26	s27	s28	s29	s30		
	1	1	0	1	1	4	MENGUASAI
	s31	s32	s33	s34	s35		
	1	0	1	0	0	2	BELUM MENGUASAI
	s36	s37	s38	s39	s40		
	1	1	1	0	1	4	MENGUASAI
	s41	s42	s43	s44	s45		
	0	1	0	1	1	3	MENGUASAI
	s46	s47	s48	s49	s50		
	1	1	1	1	1	5	MENGUASAI
	s51	s52	s53	s54	s55		
	1	1	1	1	0	4	MENGUASAI
	s56	s57	s58	s59	s60		
	0	1	0	0	1	2	BELUM MENGUASAI

Setelah dikonfirmasi oleh metode analisis, Nesya tidak mengalami perubahan dalam estimasi kompetensi yang dikuasai, yaitu menguasai 10 dari 12 kompetensi yang ada pada kumpulan soal ujian. Hasil analisa menunjukkan bahwa guru-guru dan Nesya dapat memperdalam pengetahuan Nesya tentang penjumlahan pecahan untuk hasil yang lebih baik.

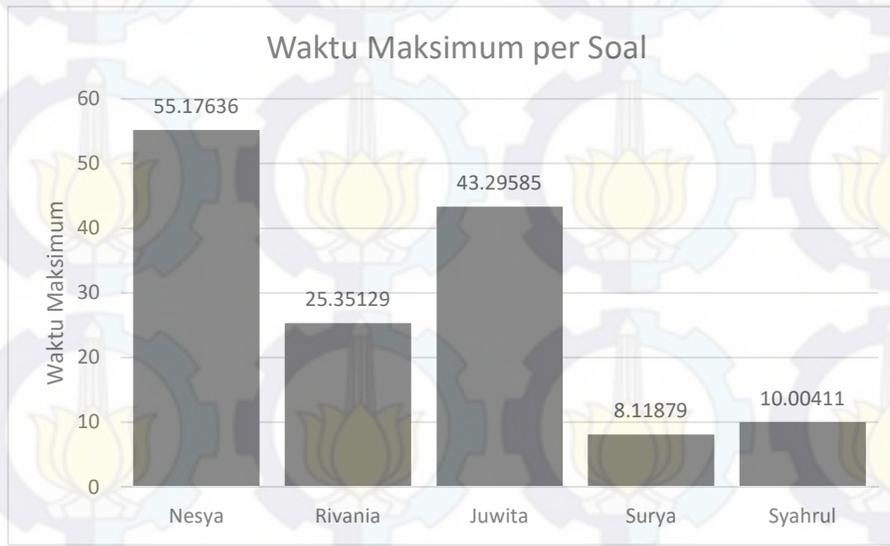
#### 4.5 Analisis Tambahan dengan Waktu

Waktu juga merupakan sebuah faktor yang dapat mempengaruhi hasil dari data kompetensi siswa. Menurut pakar pendidikan, waktu juga dapat menjadi pertanda bahwa seorang anak melakukan jawaban menduga-duga atau *guessing*. Hal ini dapat dilihat ketika seorang anak menjawab sebuah pertanyaan dengan terlalu cepat atau terlalu lambat. Jika seorang siswa menjawab sebuah soal dengan terlalu cepat, siswa akan dicurigai melakukan jawaban menduga-duga karena siswa tidak terlihat menggunakan waktu untuk menghitung soal yang diberikan. Jika siswa menjawab dengan terlalu lambat maka siswa juga dapat dicurigai melakukan jawaban menduga-duga, dikarenakan adanya dugaan bahwa siswa tidak berhasil memahami konsep dari soal tersebut sehingga siswa akhirnya menjawab soal tersebut dengan menduga-duga. Namun karena kemampuan kognitif setiap anak yang berbeda untuk setiap bidang, standarisasi batasan waktu ini tidak diterapkan pada sekolah-sekolah yang ada, untuk menghindari terjadinya salah diagnosa akan kemampuan kompetensi anak.

Kelima skenario yang diberikan sebelumnya belum menggunakan variabel waktu pada analisis yang diberikan. Data waktu rata-rata yang diperlukan dari respons siswa dicatat dan dimasukkan pada Gambar 4.18.



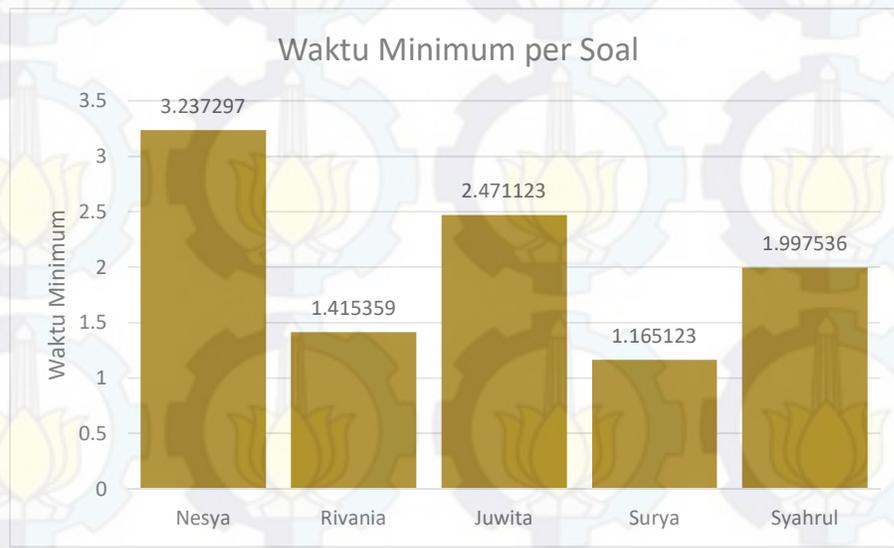
**Gambar 4.18:** Grafik Waktu Rata-rata per Soal Kelima Siswa



**Gambar 4.19:** Grafik Waktu Maksimum per Soal Kelima Siswa

Grafik diurutkan dengan urutan siswa dengan nilai tertinggi berada di sebelah kiri, dan semakin menurun nilai dari siswa tersebut maka posisi siswa tersebut akan berada di kanan grafik. Melalui grafik rata-rata tersebut dapat dilihat bahwa siswa dengan nilai yang lebih tinggi cenderung menggunakan waktu yang lebih banyak dalam menjawab soal yang diberikan dibandingkan dengan siswa yang memiliki nilai hasil yang lebih rendah. Menurut analisa pakar, hal ini dikarenakan siswa yang memiliki nilai lebih tinggi biasanya lebih tekun dalam menghitung seluruh soal yang diberikan sehingga memerlukan waktu yang lebih lama dalam menjawab soal daripada siswa yang menjawab soal dengan menduga-duga yang mengakibatkan siswa mendapat nilai lebih rendah.

Pada Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa waktu maksimum yang digunakan siswa tidak selalu berbanding lurus dengan nilai akhir siswa. Menurut pakar, hal ini dikarenakan oleh perbedaan kemampuan siswa dalam menjawab masing-masing soal. Hal inilah yang menyebabkan pakar pendidikan di sekolah tidak memasukkan variabel waktu ke dalam faktor penilaian, karena batas waktu jawaban yang bukan menduga-duga berbeda-beda untuk setiap murid, tergantung pada kemampuan dari murid itu sendiri. Siswa dengan nilai tinggi belum tentu menjawab soal dengan lebih cepat dari siswa dengan nilai yang lebih rendah.



**Gambar 4.20:** Grafik Waktu Minimum per Soal Kelima Siswa

Gambar 4.20 menunjukkan waktu minimum yang diperlukan siswa dalam menjawab kumpulan soal yang diberikan. Menurut pakar, grafik ini menunjukkan kesimpulan yang sama dengan grafik Waktu Maksimum sebelumnya, dimana siswa dengan nilai lebih tinggi belum tentu memiliki waktu minimum yang lebih rendah atau tinggi daripada siswa dengan nilai yang lebih rendah. Contoh ini sangat terlihat pada data responden Juwita yang berada tepat di tengah-tengah tingkat kemampuan siswa kelas tersebut namun Juwita tetap bersaing dengan siswa yang nilainya lebih tinggi dan lebih rendah, tanpa pola yang terlihat. Karena itu dapat disimpulkan bahwa faktor waktu minimum tidak dapat memberikan pola yang dapat dirumuskan dalam mengetahui kompetensi siswa.

Kelima skenario yang telah disebutkan telah divalidasi oleh pakar pendidikan dan dinyatakan valid berdasarkan ketiga faktor yang digunakan metode Rasch Model ini.

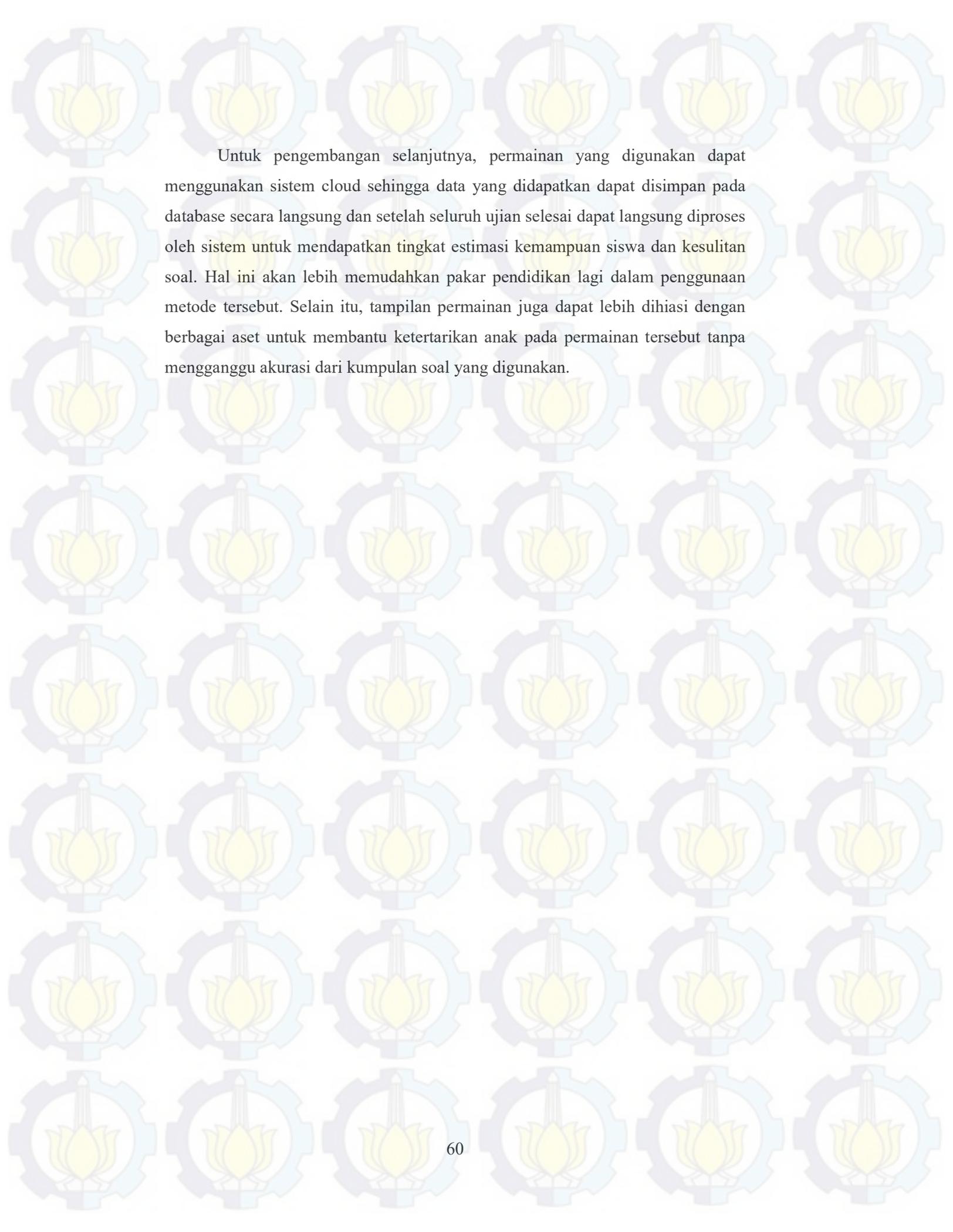
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan analisis tentang desain game untuk pengukuran kompetensi matematika siswa dengan menggunakan Rasch Model, beberapa kesimpulan berikut didapatkan:

1. Desain permainan bertipe kuis memiliki tingkat akurasi jawaban yang tinggi karena simplisitasnya. Aspek lain yang harus diperhatikan dalam membuat permainan yang mementingkan aspek akurasi adalah tidak adanya variabel tambahan seperti waktu dan nyawa pemain. Kelebihan tes dengan permainan kuis dibandingkan tes tertulis konvensional adalah permainan kuis dapat diatur agar responden tidak dapat melihat jawaban yang sudah diberikan sebelumnya, sehingga jawaban menduga-duga atau jawaban karena ragu-ragu dapat lebih dihindari daripada tes tertulis konvensional.
2. Rasch Model sangat cocok digunakan untuk membantu analisa kompetensi siswa dikarenakan kemampuannya untuk mengestimasi kesulitan soal berdasarkan soal-soal dalam kumpulan yang sama lainnya terhadap kemampuan siswa pada suatu tempat. Dengan adanya Rasch Model selain perkiraan terhadap kemampuan masing-masing siswa, analisa kompetensi lebih mendalam juga dapat dilakukan dengan mencari jawaban menduga-duga dari responden ataupun persentase jawaban benar dari responden. Kedua hal ini dapat membantu pakar bidang pendidikan dalam menentukan materi yang diperlukan seorang siswa.
3. Kumpulan soal yang digunakan adalah kumpulan soal yang dapat mengukur semua tingkat kemampuan siswa dengan baik berdasarkan kurva informasi ujian. Kumpulan soal yang digunakan memiliki nilai informasi ujian yang berkisar antara titik 7.44 pada tingkat kemampuan (-1.5) hingga 8.5 pada tingkat kemampuan (1.5) dengan titik puncak 9.68 pada tingkat (0.5).

The background of the page features a repeating pattern of a light blue gear with a yellow lotus flower inside it, set against a white background. The pattern is arranged in a grid that covers the entire page.

Untuk pengembangan selanjutnya, permainan yang digunakan dapat menggunakan sistem cloud sehingga data yang didapatkan dapat disimpan pada database secara langsung dan setelah seluruh ujian selesai dapat langsung diproses oleh sistem untuk mendapatkan tingkat estimasi kemampuan siswa dan kesulitan soal. Hal ini akan lebih memudahkan pakar pendidikan lagi dalam penggunaan metode tersebut. Selain itu, tampilan permainan juga dapat lebih dihiasi dengan berbagai aset untuk membantu ketertarikan anak pada permainan tersebut tanpa mengganggu akurasi dari kumpulan soal yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. G. Mangowal, U. L. Yuhana, E. M. Yuniarno, and M. H. Purnomo, "MathBharata: A serious game for motivating disabled students to study mathematics," *2017 IEEE 5th Int. Conf. Serious Games Appl. Heal. SeGAH 2017*, pp. 1–6, 2017.
- [2] U. L. Yuhana, E. M. Yuniarno, S. M. S. Nugroho, S. Rochimah, and M. H. Purnomo, "Penggalian Pola Kemampuan Peserta Ujian Berbasis Klaster untuk Penentuan Aturan Sistem Penilaian," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, 2017.
- [3] R. M. Furr, "Item Response Theory and Rasch Models," in *Advanced Psychometric Approaches*, SAGE Publishing, 2007, pp. 314–334.
- [4] A. Yessad, J. M. Labat, and F. Kermorvant, "SeGAE: A serious game authoring environment," *Proc. - 10th IEEE Int. Conf. Adv. Learn. Technol. ICALT 2010*, pp. 538–540, 2010.
- [5] F. Bellotti, B. Kapralos, K. Lee, and P. Moreno-Ger, "User assessment in serious games and technology enhanced learning.," *Adv. Human-Computer Interact.*, vol. 2013, pp. 2–4, 2013.
- [6] M. Papastergiou, "Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation," *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 1, pp. 1–12, 2009.
- [7] J. M. Randel, B. A. Morris, C. D. Wetzel, and B. V. Whitehill, "The Effectiveness of Games for Educational Purposes: A Review of Recent Research," *Simul. Gaming*, vol. 23, no. 3, pp. 261–276, 1992.
- [8] M. Prensky, "Digital game-based learning," *Comput. Entertain.*, vol. 1, no. 1, p. 21, 2003.
- [9] F. Ke, "A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay?," *Comput. Educ.*, vol. 51, no. 4, pp. 1609–1620, 2008.

- 
- [10] C. Anderson, N. Carnagey, M. Flanagan, J. A. Benjamin, J. Eubanks, and J. Valentine, "Violent video games: Specific effects of violent content on aggression behaviors," *Adv. Exp. Psychol.*, vol. 36, pp. 199–249, 2004.

## BIOGRAFI PENULIS



Remy Giovanni Mangowal lahir di Jakarta pada tanggal 13 Desember 1992. Penulis menempuh pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya mulai tahun 2010 hingga tahun 2015. Penulis mendapatkan Beasiswa dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan pada tahun 2015 dan menempuh pendidikan Strata Dua di Jurusan Teknik Elektro di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya bidang studi Jaringan Cerdas

Multimedia bidang konsentrasi Teknologi Permainan mulai tahun 2016 hingga tahun 2018..